

NOVA

1|2

DEEL B

VMBO-BK

LEERWERKBOEK

NASK

MALMBERG



NASK

1 | 2 VMBO-BK DEEL B

Auteurs

J. van Gemert

T. Jacobs

L. Pijnappels

Met medewerking van

M. Hordijk

Vierde editie

MALMBERG 's-Hertogenbosch

www.nova-malmberg.nl

Voorwoord

HET VAK
Dit boek gebruik je bij het vak *natuur- en scheikunde* (nask). Dit vak gaat over de wereld om je heen. Het is leuk en spannend om die wereld beter te leren kennen. Dit boek kan je daarbij helpen.

DE LESMETHODE
Nova bestaat uit *leerwerkboeken, digitaal materiaal* en *uitwerkingenboeken*.

In de leerwerkboeken vind je alle leerstof die je moet leren, afgewisseld met vragen. Sommige antwoorden vind je letterlijk in de tekst. Je vult al je antwoorden en uitwerkingen in het leerwerkboek in. Aan het einde van elke paragraaf staat *Onthouden!* Dat zijn de belangrijkste dingen die je in de paragraaf leert.

Aan het einde van ieder hoofdstuk staat een *Test Jezelf*. Hiermee kun je kijken of je de stof goed genoeg kent. Dat is handig als je een proefwerk of SO (schriftelijke overhoring) moet voorbereiden.

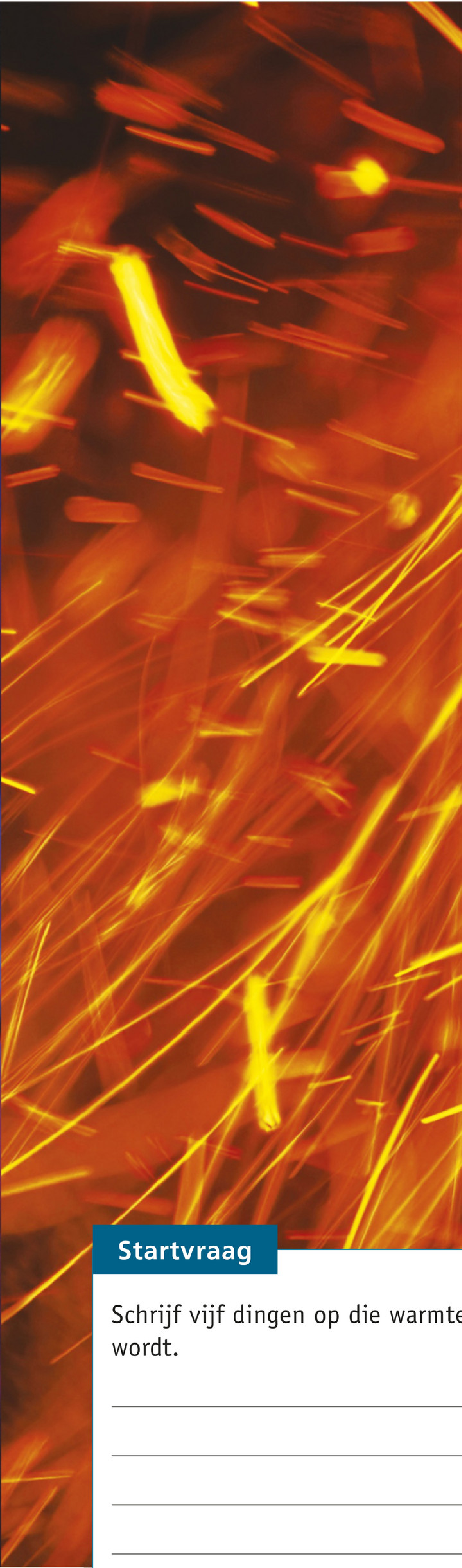
DE OPGAVEN
Er zijn verschillende soorten opgaven. Soms moet je kiezen uit twee mogelijkheden. Je streept dan het foute antwoord door: GOED | ~~FOUT~~. Bij meerkeuzevragen moet je kiezen uit drie of vier antwoorden. Je maakt dan het hokje voor het goede antwoord helemaal blauw of zwart: ■
Soms moet je zelf een antwoord opschrijven. Doe dat kort maar wel duidelijk.
Voor sommige opgaven staat een plusteken (+). Die vragen moet je maken als je de meeste gewone vragen makkelijk kunt beantwoorden.

DE PROEVEN
Bij de proeven moet je zelf dingen doen en ontdekken. Daardoor leer je over natuurkundige onderwerpen en hoe apparaten werken. Let goed op wanneer je leraar een proef voordoet in de klas. Jij moet daarna namelijk vragen beantwoorden.
Soms moet je ook iets tekenen. Gebruik dan altijd een potlood en liniaal of geodriehoek.

We wensen je veel plezier bij het werken met dit boek!
De schrijvers

Inhoudsopgave





5 Warmte

Inhoud

Startvraag

Schrijf vijf dingen op die warmte geven, of waar je warm van wordt.

____

____

____

____

____

1 Energie

Je kunt energie niet zien of vastpakken, maar toch is energie overal. Elke dag gebruik je energie.
Denk maar aan luisteren naar muziek of rijden op een scooter.



▲ **afbeelding 1**
Om eten warm te maken, heb je energie nodig.

Wat is energie?

Met energie kun je veel dingen doen. Dat kun je ook anders zeggen: om iets te doen, heb je **energie** nodig. Je hebt bijvoorbeeld energie nodig om eten warm te maken (afbeelding 1). En je hebt energie nodig om met een scooter te rijden. Ook om licht te maken, heb je energie nodig.



▶ **afbeelding 2**
De accu in een auto geeft elektrische energie.

Soorten energie

Energie is er in verschillende soorten. Eén soort ken je al. Dat is **elektrische energie**. Met elektrische energie kun je apparaten laten werken. Bijvoorbeeld een computer, een mobiele telefoon of een lamp. Elektrische energie haal je uit het stopcontact of uit batterijen. Ook de dynamo op je fiets en de accu in een auto geven elektrische energie (afbeelding 2).

Opgaven

1 Schrijf twee dingen op waarvoor je energie kunt gebruiken.

– ______________________________

– ______________________________

2 Je kunt energie WEL / NIET zien, je kunt energie ook WEL / NIET vastpakken.

3 Energie is er WEL / NIET in verschillende soorten.

4 Welk apparaat werkt **niet** op elektrische energie?
- ☐ A een radio
- ☐ B een mobiele telefoon
- ☐ C een hout-kachel
- ☐ D een magnetron

5 In vraag 4 staan drie apparaten die werken op elektrische energie. Ken je er nog meer? Schrijf nog drie andere apparaten op die werken op elektrische energie.

– ____________________

– ____________________

– ____________________

6 Schrijf drie dingen op die elektrische energie geven.

– ____________________

– ____________________

– ____________________



▲ **afbeelding 3**
Voor deze sprong is veel bewegings-energie nodig.

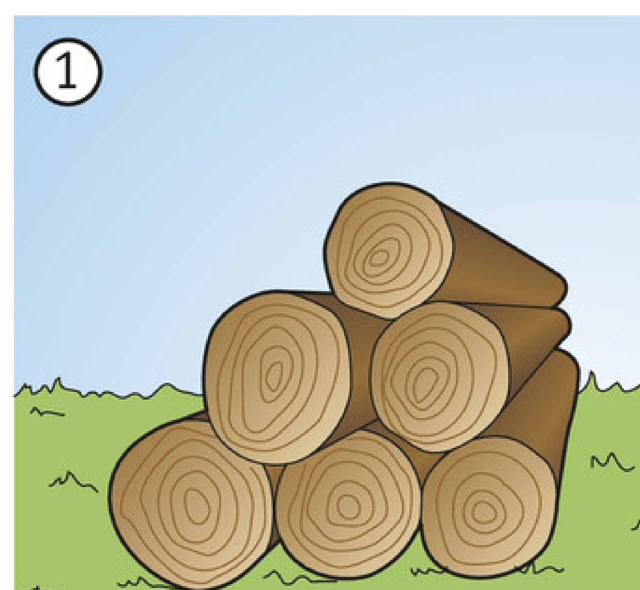
Bewegings-energie

Je fiets gaat niet vanzelf vooruit. Je moet eerst zorgen dat de trappers gaan draaien. Zo geef je de fiets energie. Daardoor gaat de fiets bewegen (afbeelding 3). Alle dingen die bewegen, hebben **bewegings-energie**. De wieken van een windmolen draaien niet vanzelf rond. Ze gaan alleen draaien als de wind er tegenaan blaast. De wieken krijgen bewegings-energie van de wind.

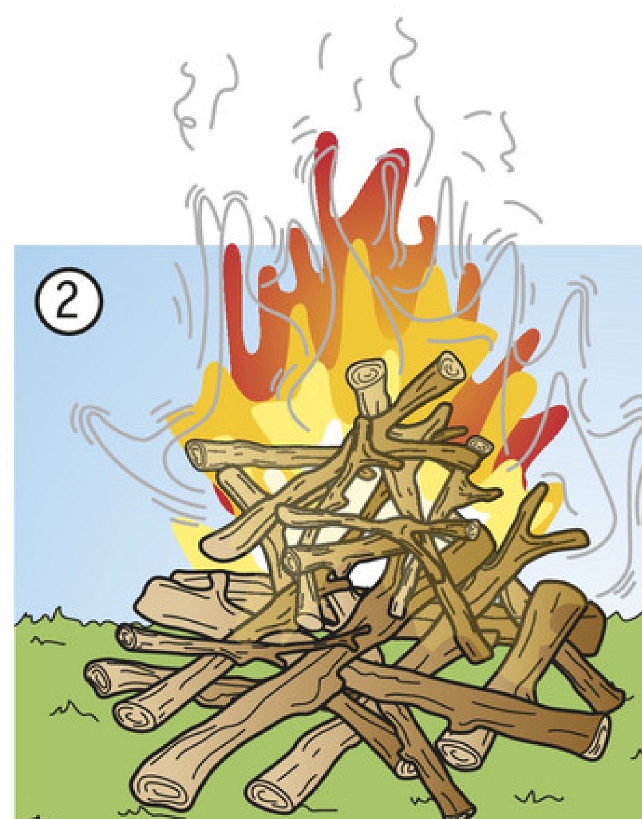
Chemische energie

Hout kun je verbranden in de open haard of op een kampvuur. Het vuur geeft veel warmte. **Warmte** is een vorm van energie. Als je hout verbrandt, verandert het in andere stoffen. Dus hout verbranden is scheikunde. Een ander woord voor scheikunde is chemie. Daarom noem je de energie in hout **chemische energie** (afbeelding 4).

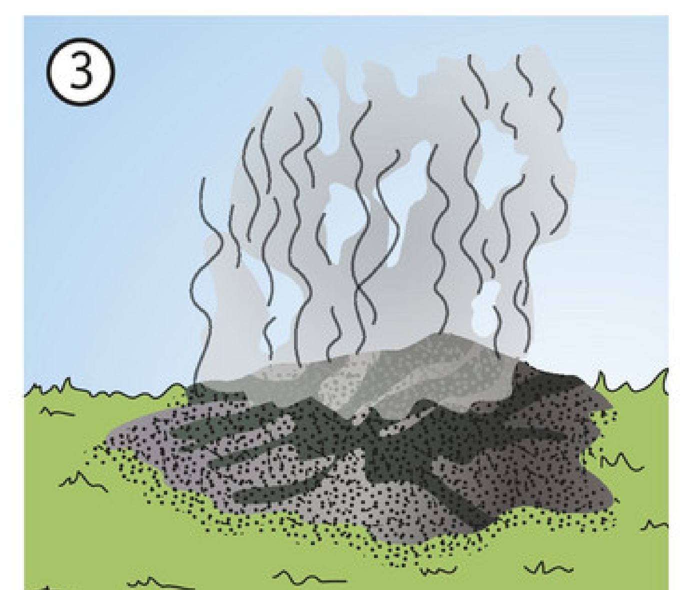
▶ **afbeelding 4**
In hout zit chemische energie.



In hout zit chemische energie.



Bij verbranden van hout krijg je warmte, licht, gassen en rook.



Wat overblijft is houtskool en as.

Hout is een **brandstof**. In brandstof zit chemische energie. Die energie haal je eruit door de stof te verbranden. Een andere brandstof is benzine. Benzine verbrand je bijvoorbeeld in de motor van een auto. De motor gebruikt de chemische energie uit de benzine om te kunnen rijden.

Energie omzetten

Energie kun je omzetten in een andere vorm van energie. Omzetten is een ander woord voor 'veranderen'. Hierna staan vier voorbeelden van **energie-omzetting**:
- De motor in een benzine-auto zet chemische energie om in bewegings-energie.
- De motor in een elektrische scooter zet elektrische energie om in bewegings-energie.
- De generator in een windmolen zet bewegings-energie om in elektrische energie.
- In een kampvuur zet je chemische energie om in warmte.



▲ **afbeelding 5**
een kern-centrale

Kern-energie

Misschien heb je wel eens gehoord van kern-energie. **Kern-energie** wordt gemaakt uit **uranium**. Uranium is een stof waarin heel veel energie zit. De energie uit uranium wordt omgezet in elektrische energie in een kern-centrale (afbeelding 5). De elektrische energie kun je gebruiken uit het stopcontact. Je hebt maar weinig uranium nodig om veel elektrische energie te maken.

De stof uranium is **radio-actief**. Dat betekent dat er gevaarlijke straling uit het uranium komt. Als je kern-energie maakt uit uranium, blijft radio-actief afval over. Dit afval blijft nog duizenden jaren radio-actief. Radio-actief afval is schadelijk voor mensen, dieren en planten. Veel mensen zijn daarom tegen kern-energie.

Proef 1 Een lucifer verbranden

Wat je nodig hebt
- ☐ 1 doosje lucifers
- ☐ 1 schoteltje

Uitvoering
- Neem twee lucifers uit het doosje.
- Steek één lucifer aan.
- Laat de lucifer voor de helft opbranden en blaas hem uit.

Er komt rook van de lucifer af.

- Wapper de rook naar je toe en ruik er voorzichtig aan.
- Leg de lucifer op het schoteltje.
- Leg de nieuwe lucifer naast de verbrande lucifer (afbeelding 6).



▲ **afbeelding 6**
Een nieuwe en een verbrande lucifer zien er verschillend uit.

- Bekijk de twee lucifers goed.

1 Is het hout van de lucifer een brandstof?
- ☐ A Nee, want de lucifer levert maar weinig warmte.
- ☐ B Nee, want de lucifer brandt niet helemaal op.
- ☐ C Ja, want de lucifer verbrandt en geeft daarbij warmte.
- ☐ D Ja, want hout is de enige brandstof.

2 De rook van brandend hout kun je WEL / NIET ruiken.

3 In tabel 1 staan zes uitspraken over de verbrande lucifer.
Is de uitspraak goed of fout? Zet een kruisje in de juiste kolom.

▼ **tabel 1** een lucifer verbranden

uitspraak	goed	fout
De brandende lucifer gaf warmte.		
De brandende lucifer gaf licht.		
De lucifer is helemaal opgebrand.		
Als de lucifer verbrandt, krijg je rook.		
Als de lucifer verbrandt, is de vlam blauw.		
Als de lucifer verbrandt, is de vlam oranje-geel.		

4 In afbeelding 7 zie je een tekening van een lucifer die verbrandt.
De tekening is niet helemaal af.
- Teken een nieuwe lucifer in de cirkel aan het begin van de pijl. Gebruik een potlood en een geo-driehoek.

Achter de pijl moet staan wat je na de verbranding krijgt. De eerste letter van elk woord staat er al.
- Maak de woorden af.



W ______________________

L ______________________

G ______________________

R ______________________

▲ **afbeelding 7**
In dit schema zie je de verbranding van een lucifer.

Opgaven

7 Waardoor krijgt een fiets energie om te rijden?
- ☐ A doordat de fietser op de pedalen trapt
- ☐ B door de bewegings-energie van de fiets
- ☐ C door de tegenwind
- ☐ D door de draaiende dynamo

8 Alle dingen die bewegen, hebben BEWEGINGS-ENERGIE / ELEKTRISCHE ENERGIE.

9 Door welke energie kan een scooter rijden?
- ☐ A de elektrische energie van een dynamo
- ☐ B de warmte van de uitlaat
- ☐ C de chemische energie van de brandstof
- ☐ D kern-energie

10 In brandstoffen zit WEL / NIET chemische energie.

11 Als je hout verbrandt, verandert de chemische energie in ______________________ .

12 Hoe noem je het als energie verandert in een andere vorm?

____

13 In de volgende zinnen verandert energie in een andere vorm.
Vul de ontbrekende woorden in.
Kies uit: *bewegings-energie – elektrische energie – licht – warmte.*

In een kampvuur zet je chemische energie om in ______________________ .

De generator in een windmolen zet bewegings-energie om in ______________________ .

De motor in een benzine-auto zet chemische energie om in ______________________ .

Een lamp zet elektrische energie om in ______________________ .

+14 Streep de foute woorden door.
Als je hout verbrandt, krijg je warmte, rook, elektrische energie, licht, bewegings-energie, as, houtskool, kern-energie en verbrandings-gassen.

+15 De volgende zinnen gaan over uranium.
Vul de ontbrekende woorden in.
Kies uit: *elektrische energie – kern-energie – radio-actief – radio-actief afval – slecht – veel – weinig.*

______________________ wordt gemaakt uit uranium.

De energie uit uranium wordt in een kern-centrale omgezet in

______________________ .

Je hebt ______________________________ uranium nodig om

______________________________ elektrische energie te maken.

Uranium is ______________________________ .

Als je kern-energie maakt uit uranium, houd je ______________________________ over.

Radio-actief afval is ______________________________ voor mensen, dieren en planten.

16 Hoe lang blijft radio-actief afval schadelijk?
- ☐ A duizenden jaren
- ☐ B duizend weken
- ☐ C duizend dagen
- ☐ D duizend uren

Onthouden!

Om iets te doen, heb je energie nodig.
Er zijn verschillende soorten energie, bijvoorbeeld:
elektrische energie, bewegings-energie, warmte en chemische energie.
Elektrische energie komt uit het stopcontact of uit batterijen.
Een rijdende fiets heeft bewegings-energie.
Warmte ontstaat bijvoorbeeld door brandstof te verbranden.
Chemische energie zit in brandstoffen.
Hout en benzine zijn brandstoffen.
Energie kun je omzetten in een andere vorm van energie.
Kern-energie wordt gemaakt uit uranium.
Uranium is een radio-actieve stof.
Afval van een kern-centrale blijft duizenden jaren radio-actief.
Radio-actieve stoffen zijn erg gevaarlijk voor mensen, dieren en planten.

2 Warmte

In het dagelijks leven gebruik je vaak warmte. Je neemt bijvoorbeeld een warme douche of je zet de verwarming aan. Al die warmte komt ergens vandaan.

Warmte-bronnen

Om iets warm te maken, gebruik je een **warmte-bron**. Een warmte-bron geeft warmte. De zon is een heel grote warmte-bron. Ook de gasbrander op school is een warmte-bron. Warmte is een vorm van energie. Om warmte te maken, heb je eerst een andere vorm van energie nodig. Bijvoorbeeld elektrische energie of chemische energie uit brandstof.



▲ **afbeelding 8**
de gloeidraad van een broodrooster

Elektrische warmte-bron

Sommige warmte-bronnen werken op elektrische energie uit het stopcontact. Een **elektrische warmte-bron** zet elektrische energie om in warmte. Dit apparaat heeft altijd een stekker. Bijvoorbeeld:
- het strijkijzer
- de broodrooster (afbeelding 8)
- de waterkoker
- het koffie-apparaat
- de föhn (afbeelding 9)
- de soldeer-bout



▲ **afbeelding 9**
de gloeidraad van een föhn

Verwarmings-element

Je gebruikt een elektrische warmte-bron om warmte te krijgen. In een elektrische warmte-bron zit altijd een **verwarmings-element**. Het verwarmings-element is een draad die warm wordt als er stroom door loopt. De draad is gemaakt van een **speciaal soort metaal**. In afbeelding 8 en 9 zie je de gloeidraad van het verwarmings-element. De draad is rood-gloeiend, omdat hij heel erg warm is.

Proef 2 Het verwarmings-element

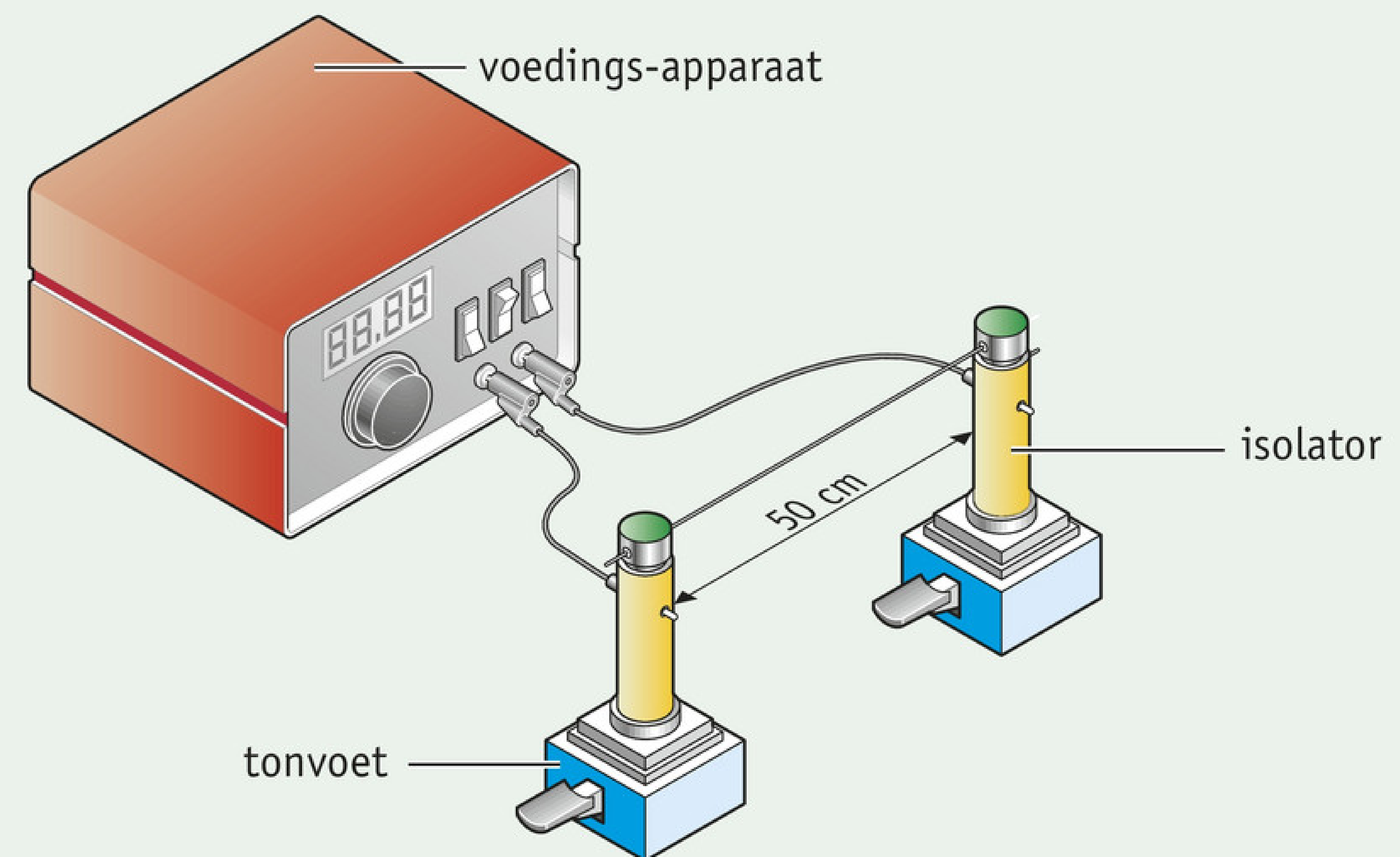
Wat je nodig hebt
- ☐ 1 veiligheids-bril
- ☐ 2 tonvoeten
- ☐ 2 isolatoren
- ☐ 2 snoeren
- ☐ 1 regelbaar voedings-apparaat met spannings-meter en stroom-meter
- ☐ 2 stukjes papier van ongeveer 2 bij 5 cm
- ☐ 1 stukje constantaan-draad van 0,2 mm dik en 60 cm lang

Uitvoering

- Zet je veiligheids-bril op. Draag de bril tijdens de hele proef.
- Maak de opstelling van afbeelding 10.
- Zet de isolatoren in de tonvoeten.
- Zet de isolatoren 50 cm uit elkaar.
- Span de constantaan-draad tussen de isolatoren.
- Zet de isolatoren zo, dat de draad strak staat.
- Zorg dat de voeding uit staat.
- Sluit de isolatoren aan op het voedings-apparaat.
- Voel aan de draad.

1 De draad is WEL / NIET warm.

- Schakel het voedings-apparaat in.
- Stel de stroom-sterkte in op 2 ampère.



▲ **afbeelding 10**
Dit is de opstelling van proef 2.

> Als je niet weet hoe dat moet, ga dan niet van alles uit-proberen.
>
> Er kan dan veel verkeerd gaan.
>
> Vraag aan je leraar om de stroom-sterkte in te stellen.
>
> Let goed op hoe je leraar dat doet, zodat je het daarna zelf kunt.

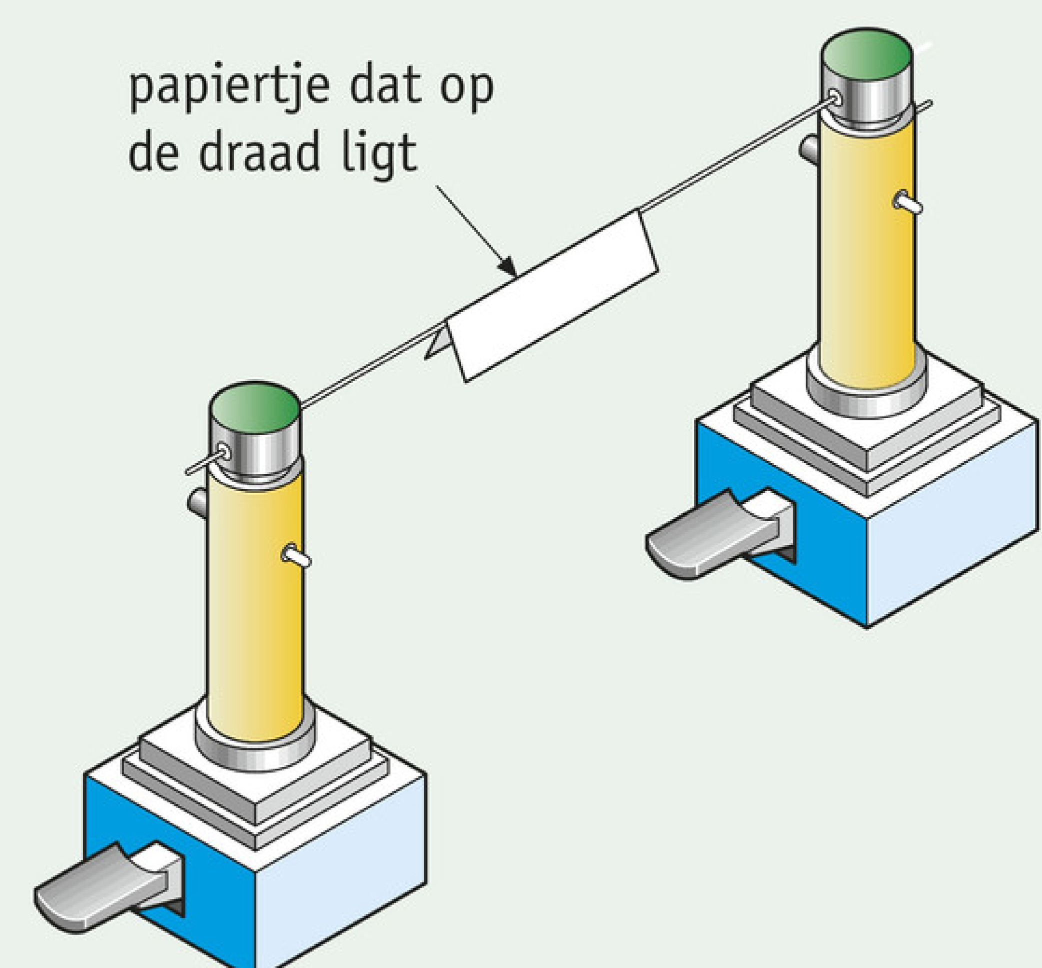
- Kijk goed naar de draad.
- Onthoud wat je ziet.

Let op! Kom niet aan de draad, je kunt je hand verbranden.

- Houd je hand vlak boven de draad.

2 Welke verandering zie je aan de draad?
De draad is WEL / NIET verkleurd.
De draad is WEL / NIET gaan gloeien.
De draad is KORTER / LANGER geworden.
De draad is WARMER / KOUDER geworden.

- Schakel het voedings-apparaat uit.
- Vouw een papiertje om en leg het op de draad (afbeelding 11).
- Schakel het voedings-apparaat weer in.
- Kijk goed naar de draad en het papiertje.
- Onthoud wat je ziet.



▲ **afbeelding 11**
Zo leg je het papiertje op de draad.

3 Wordt de draad langer?
- ☐ A Ja, want de draad gaat doorhangen.
- ☐ B Ja, want de draad gaat strakker hangen.
- ☐ C Nee, de draad blijft hetzelfde.
- ☐ D Nee, de draad wordt korter.

4 Wat zie je aan het papiertje?
- ☐ A niets
- ☐ B Het papiertje verkleurt iets.
- ☐ C Het papiertje schroeit door.
- ☐ D Het papiertje brandt heel snel op.

5 Waarom gaat het papiertje schroeien?
- ☐ A Elektrische stroom kan door papier gaan.
- ☐ B Omdat de draad erg warm wordt.
- ☐ C door de vouw in het papier
- ☐ D Doordat papier dun is.

- Stel de stroom-sterkte in op 3 ampère.
- Kijk goed naar de draad.
- Onthoud wat je ziet.
- Schakel de voeding weer uit.

6 Welke verschillen zijn er met de stroom-sterkte van 2 ampère?
De stroom-sterkte is WEL / NIET hoger.
De draad is WEL / NIET warmer dan eerst.
De draad werd LANGER / KORTER dan eerst.
De draad wordt ROOD / WIT.

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

17 In een wasmachine zit een verwarmings-element.
Waarop werkt het verwarmings-element?
- ☐ A op elektriciteit uit het stopcontact
- ☐ B op de elektriciteit van batterijen
- ☐ C op gas
- ☐ D op benzine

+18 Op welke twee manieren kan een warmte-bron warmte leveren?
- door ______________________________ te verbranden
- met een elektrisch ______________________________

+19 Welke elektrische apparaten hebben een verwarmings-element?
Zet in tabel 2 een kruisje in de juiste kolom.

▼ **tabel 2** elektrische apparaten en verwarmings-elementen

apparaat	verwarmings-element	
	ja	nee
strijkijzer		
koffie-apparaat		
wekker		
oven		
televisie		
waterkoker		
föhn		
mp3-speler		
wasmachine		

20 Welke bron gebruik je om iets te verwarmen?
- ☐ A een elektriciteits-bron
- ☐ B een waterbron
- ☐ C een warmte-bron
- ☐ D een gasbron

21 Wat gebeurt er met de temperatuur van water, als je het water verwarmt?
- ☐ A De temperatuur van het water verandert niet.
- ☐ B De temperatuur van het water stijgt.
- ☐ C De temperatuur van het water daalt.
- ☐ D Verwarmen heeft niets met temperatuur te maken.

22 Waarmee kun je meten of iets warmer wordt?
- ☐ A met een thermometer
- ☐ B met een warmte-bron
- ☐ C met een gasbron
- ☐ D met een warmte-meter

23 Is de zon een warmte-bron?
JA / NEE, want de zon verwarmt de aarde WEL / NIET.

24 Een elektrische warmte-bron werkt WEL / NIET op elektrische energie uit het stopcontact.

25 In een elektrische warmte-bron zit altijd een ________________________________ .



▲ **afbeelding 12**
de open haard

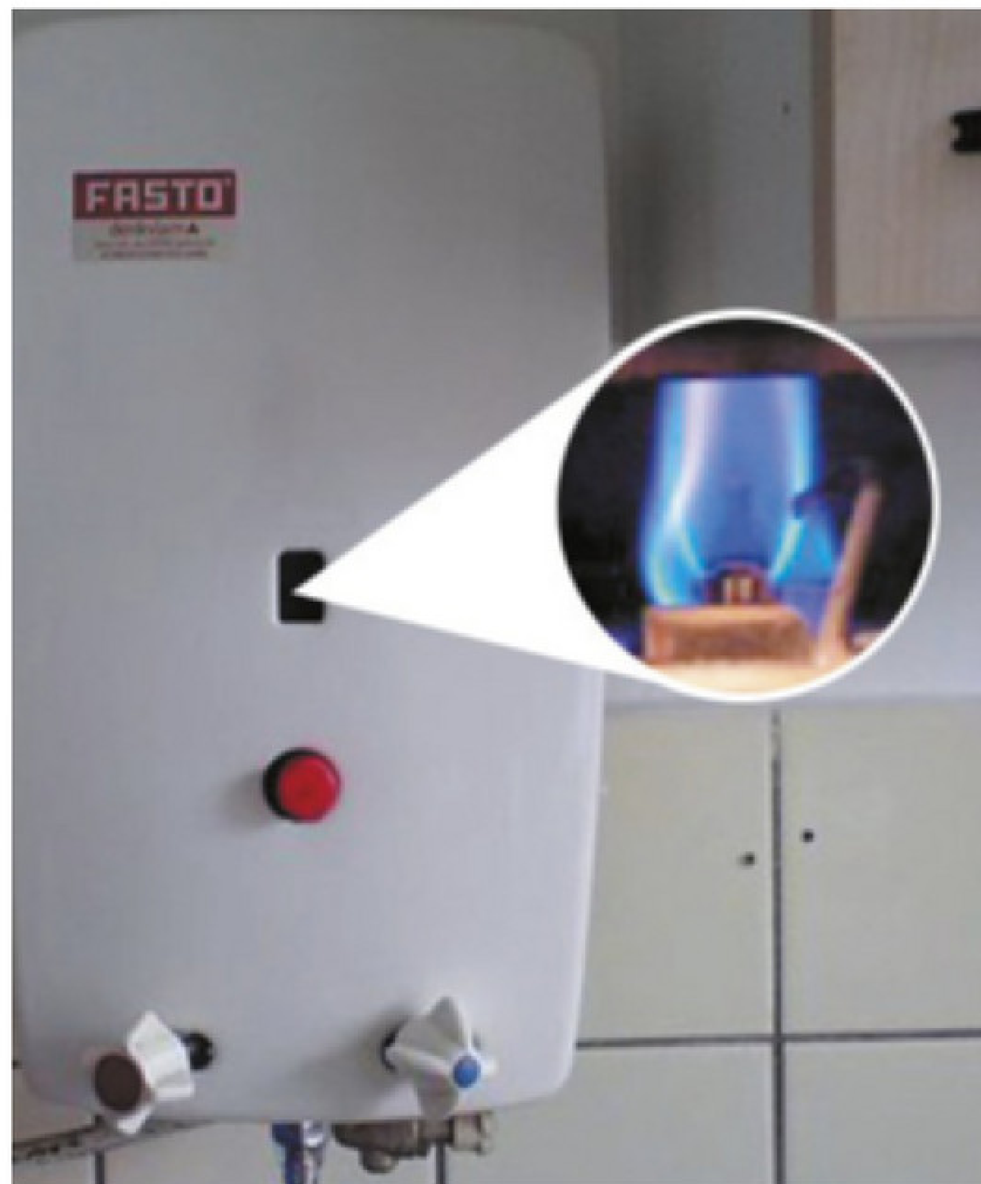
Brandstof

Sommige warmte-bronnen werken op chemische energie. Chemische energie komt uit een brandstof, bijvoorbeeld hout of gas. Je verbrandt de brandstof en daardoor krijg je warmte. Denk maar aan een kampvuur, waarop je hout verbrandt. Andere voorbeelden met hout zijn een lucifer, een hout-kachel en de open haard (afbeelding 12).

Thuis werken veel warmte-bronnen op gas. Bijvoorbeeld:
– de ketel van de centrale verwarming
– het gasfornuis (afbeelding 13)
– de keuken-geiser (afbeelding 14)
– de gas-boiler
– een aansteker (afbeelding 15)



▲ **afbeelding 13**
het gasfornuis



▲ **afbeelding 14**
de keuken-geiser



▲ **afbeelding 15**
een aansteker

Opgaven

26 Chemische energie zit WEL / NIET alleen in hout.

27 In veel huizen werken warmte-bronnen op OLIE / GAS.

28 In tabel 3 staan verschillende warmte-bronnen.
Werkt de warmte-bron op gas of op elektriciteit?
Zet een kruisje in de juiste kolom. Let op, soms kun je in twee kolommen een kruisje zetten.

▼ **tabel 3** warmte-bronnen op gas en elektriciteit

warmte-bron	werkt op gas	werkt op elektriciteit
ketel van de verwarming		
broodrooster		
föhn		
geiser		
dompelaar		
boiler voor warm water		
waterkoker		
wasmachine		
aansteker		
frituurpan		
krultang		

29 Hoe ontstaat warmte bij een gas-kachel?
- ☐ A door het gas dat erdoorheen stroomt
- ☐ B doordat er gas wordt verbrand
- ☐ C door een gasbron
- ☐ D door de druk van het gas

30 Waarvoor gebruiken mensen de warmte van een geiser?
- ☐ A om de keuken te verwarmen
- ☐ B om de badkamer te verwarmen
- ☐ C om het huis te verwarmen
- ☐ D om water voor de keuken en de badkamer te verwarmen

31 In welke warmte-bron verbrand je geen brandstof?
- ☐ A in een elektrische warmte-bron
- ☐ B in een open haard
- ☐ C in een gas-kachel
- ☐ D in een kolen-kachel

Onthouden!

Een warmte-bron geeft warmte.
Een elektrische warmte-bron zet elektrische energie om in warmte.
In een elektrische warmte-bron zit een verwarmings-element.
Sommige warmte-bronnen werken op chemische energie.
Chemische energie zit in brandstof, bijvoorbeeld hout, gas en benzine.

3 Verbranden

Benzine vliegt gemakkelijker in brand dan hout. Als er brand uitbreekt, moet je zo snel mogelijk gaan blussen. Een benzinebrand moet je op een andere manier blussen dan een houtbrand.



▲ **afbeelding 16**
Papier kun je laten branden met een vergrootglas.

Verbranden

Papier gaat niet vanzelf branden. Je moet het eerst aansteken, bijvoorbeeld met een lucifer. Door de brandende lucifer wordt het papier warm. Als het papier warm genoeg is, gaat het branden. De temperatuur van het papier moet dus hoog genoeg zijn. Het papier moet de **ontbrandings-temperatuur** hebben. De ontbrandings-temperatuur is de temperatuur waarbij een stof gaat branden.

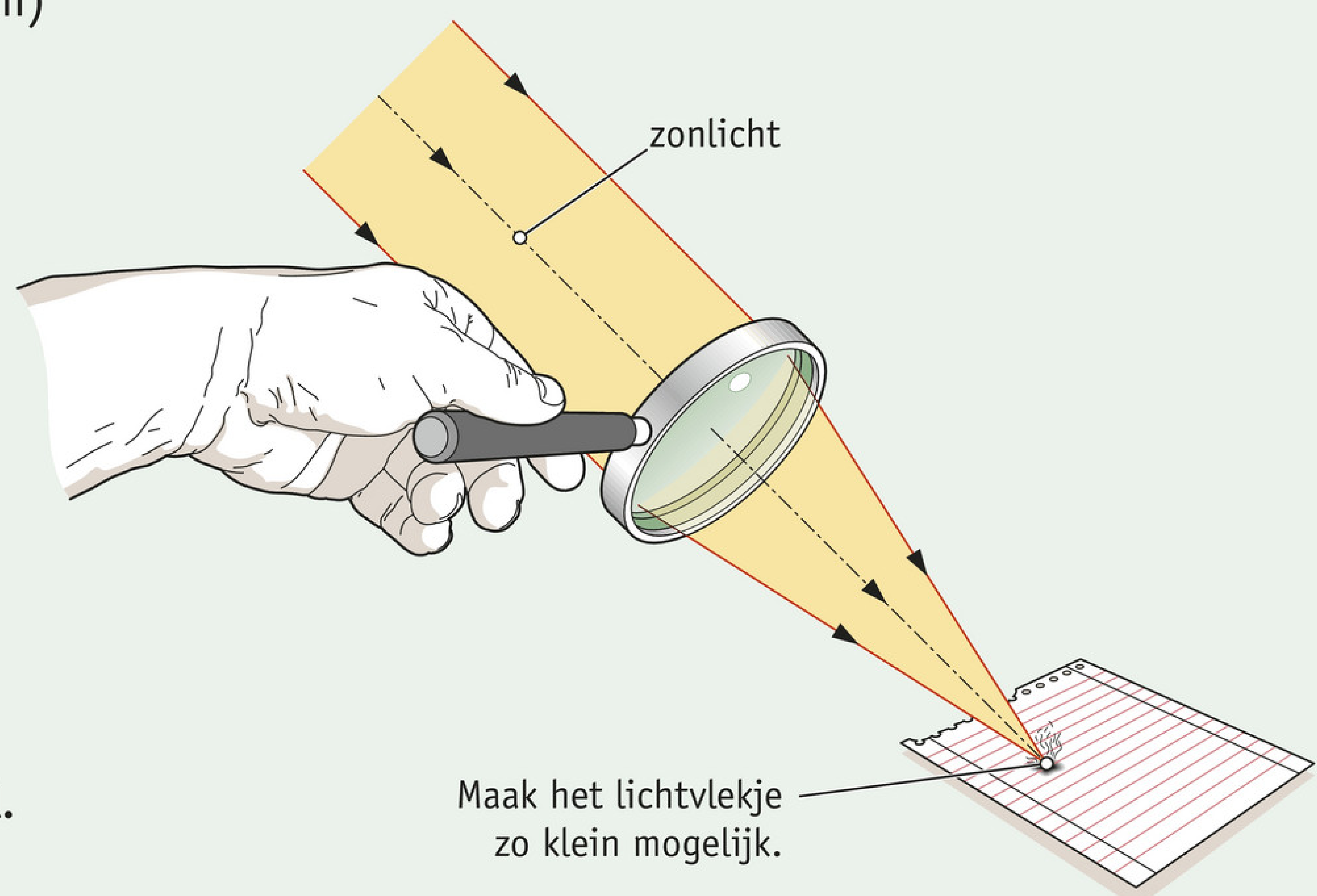
Je kunt het papier ook warm maken met zonne-warmte. Dat doe je met een **vergrootglas** (afbeelding 16). Een vergrootglas noem je daarom ook wel een **brandglas**.

Voor vuur heb je niet alleen brandstof (papier) en hoge temperatuur nodig. Je hebt ook **zuurstof** nodig. Zuurstof is een gas dat in de lucht zit. Zonder zuurstof kan niets branden. Voor vuur heb je altijd drie dingen nodig:
– brandstof
– de ontbrandings-temperatuur
– zuurstof

Proef 3 Papier laten branden met een vergrootglas

Wat je nodig hebt
☐ 1 vergrootglas (brandpunts-afstand ongeveer 20 cm)
☐ 1 stukje papier
☐ een plek waar de zon schijnt

▼ **afbeelding 17**
Zo doe je proef 3.



Uitvoering

Let op: Om deze proef te doen, moet je in de zon staan. Er mogen geen brandbare spullen in de buurt liggen.

- Leg het stuk papier buiten op de stenen, of op een bord op een tafel.
- Leg het vergrootglas op het papier.
- Til het vergrootglas ongeveer 10 cm omhoog.

- Draai het vergrootglas naar de zon, zodat er zo veel mogelijk zonlicht door gaat (afbeelding 17).
- Let goed op de plek waar het zonlicht op het papier komt.
- Maak de afstand tussen het vergrootglas en het papier langzaam groter.

1 Wat gebeurt er met de plek waar de zon op het papier komt?
- ☐ A De plek wordt eerst groter en daarna kleiner.
- ☐ B De plek blijft steeds even groot.
- ☐ C De plek wordt kleiner en daarna weer groter.
- ☐ D De plek wordt steeds groter.

- Houd het vergrootglas zo ver van het papier, dat het lichtvlekje zo klein mogelijk is.
- Houd het vergrootglas stil, zodat de zon steeds op dezelfde plek schijnt.
- Wacht tot je iets aan het papier ziet veranderen.
- Stop meteen als je iets ziet gebeuren.

2 Het papier begint WEL / NIET te verkleuren.

- Houd het vergrootglas weer zo boven het papier, dat je een zo klein mogelijk lichtvlekje ziet.
- Houd het vergrootglas op zijn plaats tot het papier begint te schroeien.
- Blaas heel zachtjes op de schroeiplek.

Als het lukt, gaat het papiertje branden.

3 In zonnestralen zit WEL / NIET veel warmte.

4 Een vergrootglas wordt ook wel brandglas genoemd. Vind je dat een goede naam?

JA/ NEE, want ______________________________

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

32 De zon is een GROTE / KLEINE warmte-bron.

33 De zon verwarmt DE HELE / EEN KLEIN STUKJE aarde.

34 Stoffen die je verbrandt om warmte krijgen, noem je ____________ .

35 Hoe kun je een stuk papier aansteken?
Schrijf twee manieren op.

– ______________________________

– ______________________________

36 Je wilt een kampvuur aansteken met een lucifer. Er is genoeg hout en genoeg zuurstof in de lucht. Toch lukt het niet om het hout te laten branden.
Hoe komt het dat het hout niet gaat branden?
De temperatuur van het hout is te HOOG / LAAG om te branden.

37 Voor vuur zijn altijd drie dingen nodig. Schrijf die drie dingen op.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

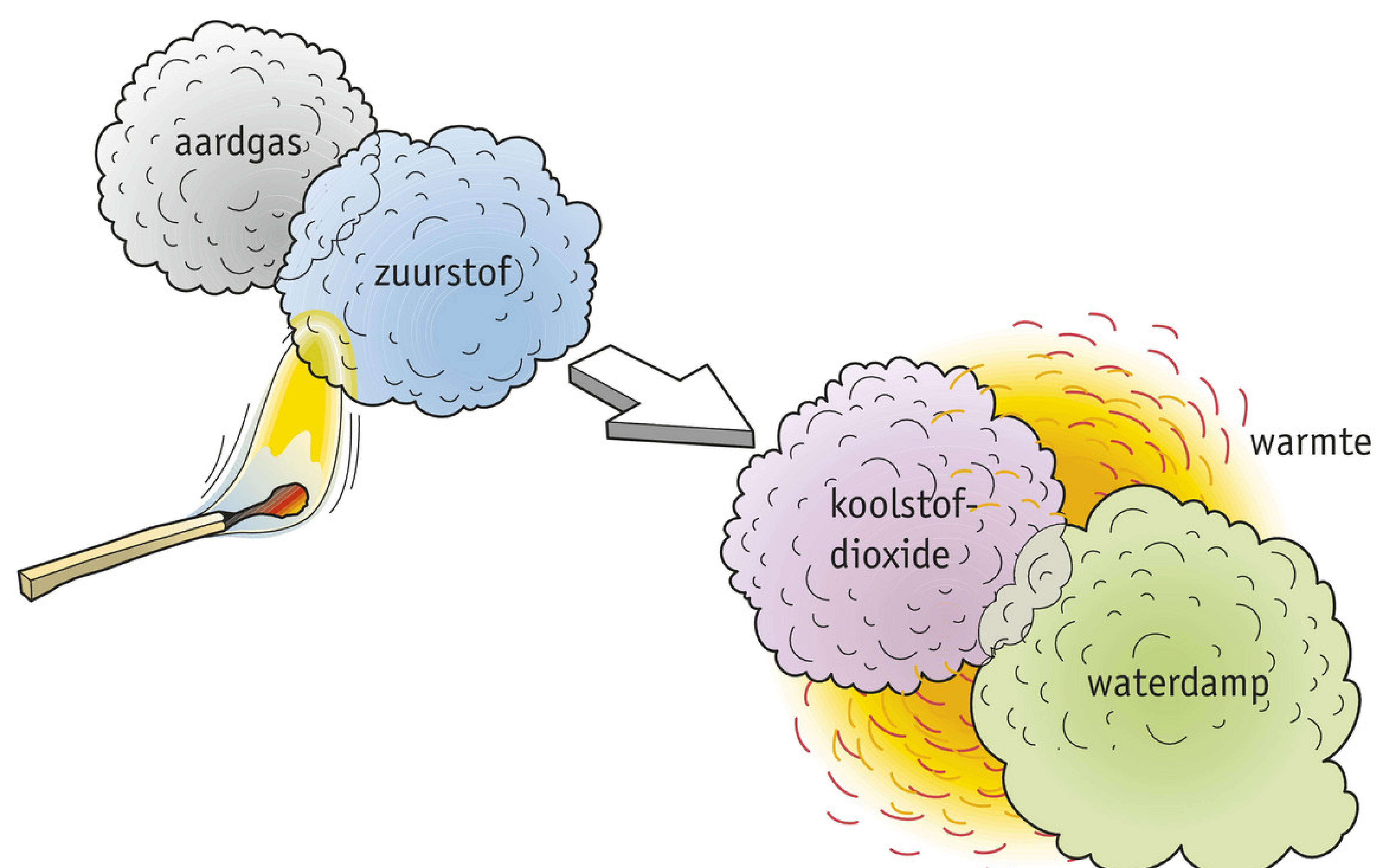
38 Kan een brandstof ook branden zonder zuurstof?
- ☐ A Ja, maar dan moet de temperatuur heel hoog zijn.
- ☐ B Ja, als de brandstof erg snel ontbrandt.
- ☐ C Nee, nooit.

Verbrandings-gassen

Als je hout verbrandt, krijg je as en rook. De rook van een houtvuur kun je zien. In de rook zitten verbrande stoffen uit het hout.
Als je aardgas verbrandt, krijg je **verbrandings-gassen**. De verbrandings-gassen van aardgas kun je niet zien.

Bij een goede verbranding van aardgas krijg je **waterdamp** en **koolstof-dioxide** als verbrandings-gassen (afbeelding 18). Deze gassen worden afgevoerd door de schoorsteen. Waterdamp en koolstof-dioxide zijn niet gevaarlijk of giftig. Goede verbranding noem je **volledige verbranding**.

Soms gaat de verbranding van aardgas niet goed, bijvoorbeeld als er te weinig zuurstof is. Dan kan het gas niet goed branden. Slechte verbranding noem je **onvolledige verbranding**. Bij onvolledige verbranding krijg je roet en soms verbrandings-gassen die giftig zijn.



▶ **afbeelding 18**
Bij volledige verbranding van aardgas krijg je waterdamp en koolstof-dioxide.

Milieu

In verbrandings-gassen zit koolstof-dioxide. Dat gas is niet giftig. Toch is koolstof-dioxide niet goed voor het milieu. Omdat er veel koolstof-dioxide in de lucht komt, verandert het klimaat. Het wordt langzaam warmer op aarde. Daardoor smelt het ijs op de Noordpool en op de Zuidpool elk jaar een beetje meer.

Bij verbranding krijg je ook andere stoffen die slecht zijn voor het milieu, zoals roet, zwavel en stikstof. Daardoor ontstaat lucht-vervuiling (afbeelding 19). Door lucht-vervuiling met zwavel en stikstof valt er **zure regen**. Dat is slecht voor bomen en andere planten (afbeelding 20).



▲ **afbeelding 19**
Hier is de lucht-vervuiling heel ernstig.





▶ **afbeelding 20**
Door zure regen kunnen bossen afsterven.

Proef 4 Onvolledige en volledige verbranding

Wat je nodig hebt

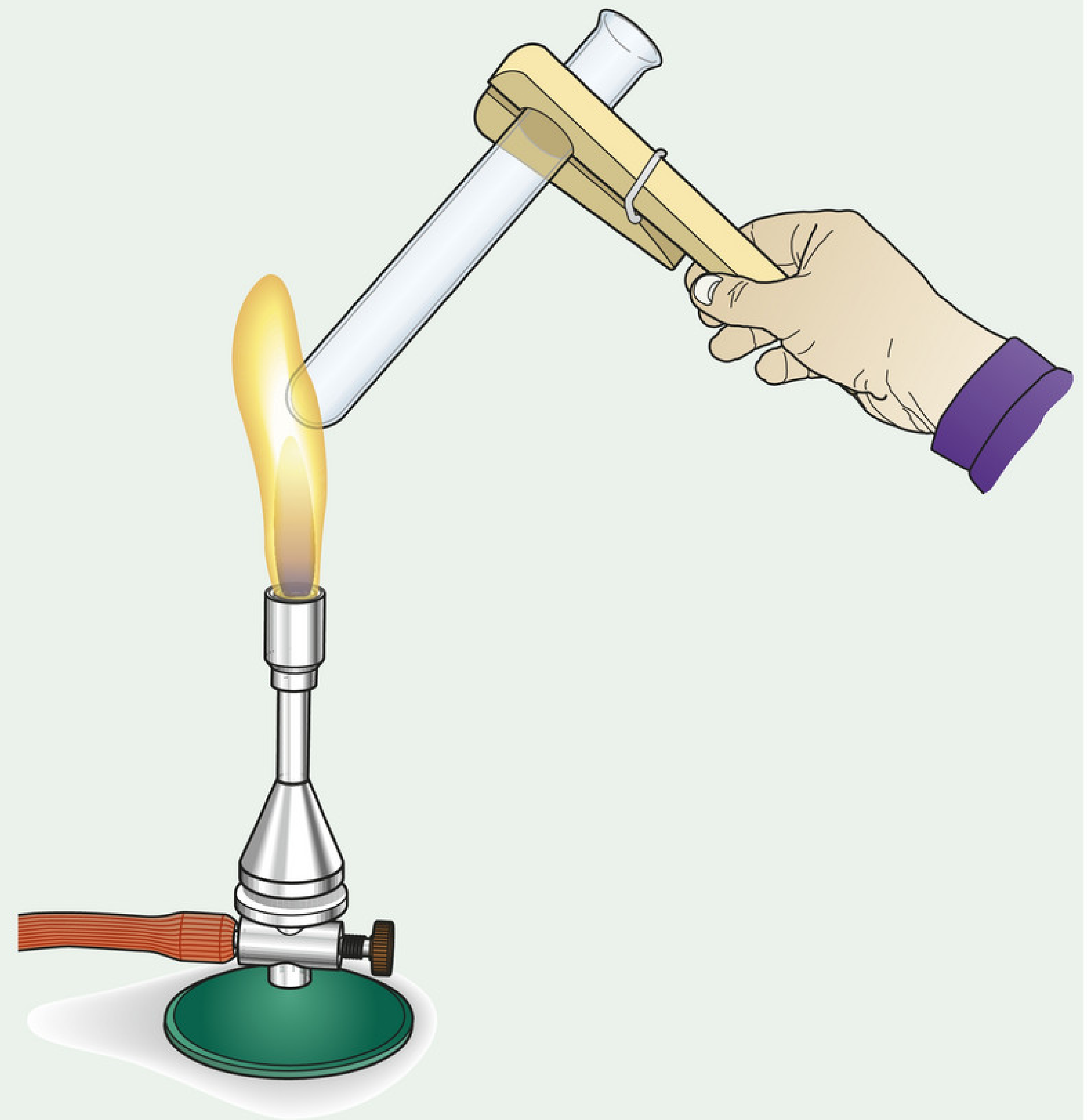
- ☐ 1 brander
- ☐ 1 reageerbuis
- ☐ 1 reageerbuis-rek
- ☐ 1 doekje
- ☐ 1 doosje lucifers

Uitvoering

- Maak de brander aan.
- Laat de lucht-schijf dicht.
- Laat de brander branden met een grote, geel-oranje vlam.

- Houd de reageerbuis twintig seconden (tel langzaam tot 20) in de vlam zoals in afbeelding 21.
- Zet de brander uit.
- Kijk hoe de reageerbuis eruitziet.
- Zet de reageerbuis in het reageerbuis-rek.

▼ **afbeelding 21**
Zo houd je de reageerbuis in de gele vlam.



1 Wat zie je aan de reageerbuis?
☐ A De reageerbuis is rood-gloeiend.
☐ B De reageerbuis is gaan smelten.
☐ C De reageerbuis is niet veranderd.
☐ D De reageerbuis is vuil.

2 Welke kleur heeft de stof die op de reageerbuis is gekomen?

____

- Veeg de reageerbuis met een doekje schoon.

Wat je van de reageerbuis hebt afgeveegd, is roet.

3 Roet ontstaat WEL / NIET bij een slechte verbranding.

4 Als de brander brandt met een geel-oranje vlam heb je een VOLLEDIGE / ONVOLLEDIGE verbranding.

- Maak de brander weer aan.
- Draai de lucht-schijf open.
- Laat de brander met een stille, blauwe vlam branden.
- Houd de reageerbuis twintig seconden in de vlam (tel langzaam tot 20).
- Zet de brander uit.
- Kijk nu hoe de reageerbuis eruitziet.
- Zet de reageerbuis in het reageerbuis-rek.

5 Hoe ziet de reageerbuis er nu uit?
☐ A De reageerbuis is een beetje vuil.
☐ B De reageerbuis is nog vuiler geworden dan hij al was.
☐ C De reageerbuis is schoon gebleven.
☐ D De reageerbuis is gesmolten.

6 Als de lucht-schijf open is, kan WEL / GEEN lucht in de buis van de brander komen. Hierdoor komt WEL / NIET voldoende zuurstof bij het gas voor een goede verbranding.

7 Als de brander brandt met een blauwe vlam heb je een VOLLEDIGE / ONVOLLEDIGE verbranding.

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

39 Bij een goede verbranding van aardgas kun je de verbrandings-gassen WEL / NIET zien.

40 Bij een goede verbranding van aardgas krijg je de verbrandings-gassen waterdamp en koolstof-dioxide.
Waterdamp en koolstof-dioxide zijn WEL / NIET gevaarlijk of giftig.

41 Hoe noem je een goede verbranding van brandstof?
- ☐ A totale verbranding
- ☐ B volledige verbranding
- ☐ C brandstof-verbranding
- ☐ D aardgas-verbranding

42 Als er te weinig zuurstof is, dan kan een brandstof niet goed branden. Je noemt dit onvolledige verbranding.
Welke stoffen ontstaan bij een onvolledige verbranding van aardgas?
- ☐ A roet en waterdamp
- ☐ B alleen verbrandings-gassen die giftig zijn
- ☐ C roet, waterdamp en verbrandings-gassen die giftig zijn
- ☐ D geen extra verbrandings-gassen, alleen de brandstof blijft over

43 Welke stof in verbrandings-gassen is niet giftig of schadelijk?
- ☐ A roet
- ☐ B zwavel
- ☐ C stikstof
- ☐ D waterdamp

44 Door verbrandings-gassen ontstaat lucht-vervuiling en zure regen.
Zure regen is WEL / NIET schadelijk voor bomen en planten.

+45 Vul de ontbrekende woorden in.
Kies uit: *giftig – klimaat – koolstof-dioxide – milieu – smelt – warmer.*

In verbrandings-gassen zit ______________________ .

Dat gas is niet ______________________ . Koolstof-dioxide is niet goed voor

het ______________________ . Doordat veel koolstof-dioxide in de lucht komt,

verandert het ______________________ . Het wordt langzaam

______________________ op aarde. Daardoor ______________________

het ijs op de Noordpool en op de Zuidpool elk jaar een beetje meer.

Voorwaarden voor verbranding

Voor verbranding heb je drie dingen nodig: brandstof, ontbrandingstemperatuur en zuurstof. Deze drie dingen noem je de **voorwaarden voor verbranding**. Om brand te krijgen, moet altijd aan alle drie de voorwaarden zijn voldaan. Dus:

1 Er moet een brandstof zijn.
2 De brandstof moet de ontbrandings-temperatuur hebben.
3 Er moet zuurstof zijn, bijvoorbeeld uit de lucht.

Als één van deze dingen ontbreekt, krijg je geen brand. Als een kaars op tafel staat, zijn twee van de drie voorwaarden goed. Er is een brandstof (kaarsvet) en er is zuurstof (in de lucht). Maar de kaars gaat pas branden als je hem aansteekt, bijvoorbeeld met een aansteker.

Een brand blussen

Brand kan gevaarlijk zijn en kan veel schade aanrichten. Een brand moet je daarom zo snel mogelijk **blussen**. Je moet zorgen dat het vuur uitgaat. Dat kan door één van de voorwaarden voor brand weg te halen. Je kunt dus drie dingen doen:

– Je kunt de brandstof weghalen.
– Je kunt de zuurstof weghalen.
– Je kunt de temperatuur van de brandstof verlagen.



▲ **afbeelding 22**
Door het schuim kan er geen zuurstof meer bij de brand.

1 Brandstof weghalen

Het weghalen van de brandstof is vaak moeilijk of gevaarlijk. Bij een brand staat de brandstof namelijk in brand.
Soms kan het wel. Bijvoorbeeld als een buis voor gas of olie ontploft en in brand vliegt. Je kunt dan een kraan in de buis dichtdraaien. Er kan geen gas of olie meer bij het vuur komen. Het vuur gaat uit.

2 Zuurstof weghalen

Als je zand op een kampvuur schept, kan er geen lucht meer bij het vuur. Het kampvuur gaat uit. Grotere branden kun je niet blussen met zand. De brandweer gebruikt dan schuim (afbeelding 22). Het schuim spuiten ze over het vuur. Nu kan er geen lucht meer bij het vuur komen. Het vuur gaat uit.



▲ **afbeelding 23**
Door het water koelt de brandstof af.

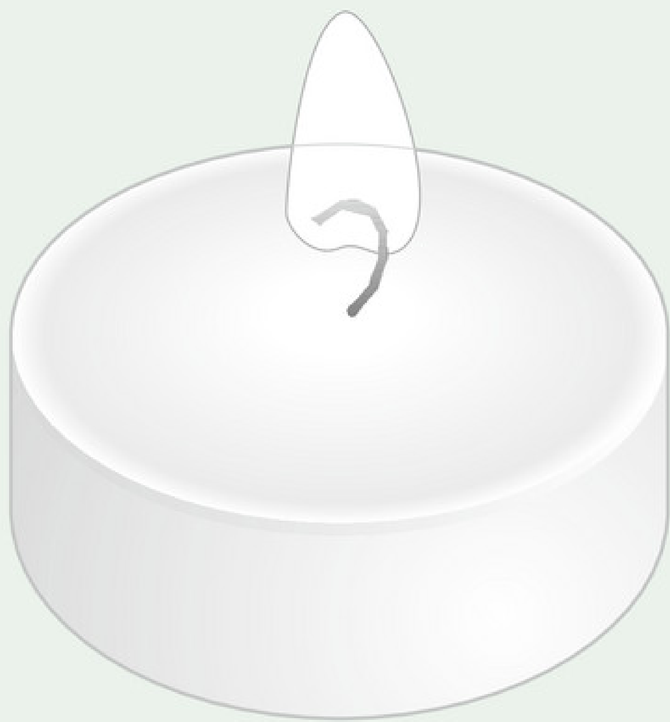
3 Temperatuur van de brandstof verlagen

Meestal spuit de brandweer water op de brand (afbeelding 23). Door het water koelt de brandstof af en dooft het vuur. De brandstof is vaak erg heet. De brandweer heeft dan veel water nodig om de temperatuur genoeg te laten dalen. Voor het blussen van een grote brand heb je meer water nodig dan voor een klein brandje.

Proef 5 Voor verbranden is zuurstof nodig

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 waxine-lichtje
- ☐ 1 bekerglas van 400 mL
- ☐ 1 doosje lucifers



▲ **afbeelding 24** een brandend waxine-lichtje

Uitvoering

- Zet het waxine-lichtje voor je op tafel.
- Steek het waxine-lichtje aan.

1 In afbeelding 24 zie je een brandend waxine-lichtje.
Kleur de vlam in de juiste kleur.
Kleur blauw waar de waxine is gesmolten.

- Zet het bekerglas op zijn kop over het waxine-lichtje (afbeelding 25).
- Kijk naar de vlam.



▲ **afbeelding 25** een bekerglas over het brandende waxine-lichtje

2 Waxine is WEL / NIET een brandstof.

3 Wat zie je aan de vlam, als je het glas over het waxine-lichtje zet?
De vlam gaat LANGZAAM / DIRECT uit.

4 Waarom kun je zuurstof niet zien?

- ☐ A Omdat het wit van kleur is.
- ☐ B Omdat het een kleurloos gas is.
- ☐ C Omdat het een reukloos gas is.
- ☐ D Omdat het niet in lucht voorkomt.

5 Waarom ging het waxine-lichtje onder het bekerglas uit?

- ☐ A De waxine was op.
- ☐ B De lucht was op.
- ☐ C De lont was op.
- ☐ D De zuurstof onder het glas was op.

6 De zuurstof onder het bekerglas raakt op als het waxine-lichtje brandt. Hoe komt dat?

- ☐ A Bij verbranding wordt zuurstof uit de lucht verbruikt.
- ☐ B Het bekerglas is aan de onderkant open en de zuurstof stroomt weg.
- ☐ C De temperatuur wordt hoger.
- ☐ D De zuurstof wordt kleurloos.

7 In tabel 4 staan vijf uitspraken.
Is de uitspraak goed of fout?
Zet een kruisje in de juiste kolom.

- Ruim alles netjes op.

▼ **tabel 4** Welke uitspraken zijn goed?

uitspraak	goed	fout
Bij het verbranden geeft zuurstof warmte.		
In lucht zit geen zuurstof.		
De vlam onder het bekerglas gaat uit doordat de zuurstof op raakt.		
Voor verbranding is zuurstof nodig.		
Warmte ontstaat door verbranding van brandstof.		

Opgaven

46 Stel je voor: op tafel staat een kaars. Je houdt een brandende lucifer bij de lont en de kaars gaat branden.
Hoe komt het dat de kaars gaat branden?
Er is nu WEL / NIET voldaan aan de drie voorwaarden voor verbranding.

47 Een gas-leiding is ontploft en daarna stroomt brandend gas uit de leiding.
De brandweer heeft de gaskraan in de gas-leiding dichtgedraaid. Welke voorwaarde voor verbranding heeft de brandweer weggehaald?

---

48 De brandweer gebruikt veel water om een grote brand te blussen.
Welke voorwaarde voor verbranding haalt de brandweer dan weg?
- ☐ A brandstof
- ☐ B ontbrandings-temperatuur
- ☐ C zuurstof

49 De brandweer gebruikt schuim om een brand te blussen.
Welke voorwaarde voor verbranding haalt de brandweer dan weg?
- ☐ A brandstof
- ☐ B ontbrandings-temperatuur
- ☐ C zuurstof

50 Als je zand op een kampvuur schept, dan gaat het vuur uit.
Door het zand kan de zuurstof WEL / NIET bij het hout komen.

Onthouden!

Bij verbranding van aardgas ontstaan verbrandings-gassen.
Goede verbranding noem je volledige verbranding.
Bij volledige verbranding van aardgas ontstaan waterdamp en koolstof-dioxide.
Slechte verbranding noem je onvolledige verbranding.
Bij onvolledige verbranding ontstaan verbrandings-gassen die giftig zijn.
De drie voorwaarden voor verbranding zijn:
- brandstof
- ontbrandings-temperatuur
- zuurstof

De ontbrandings-temperatuur is de temperatuur waarbij een brandstof gaat branden.
Om een brand te blussen, kun je drie dingen doen:
- Je kunt de brandstof weghalen.
- Je kunt de zuurstof weghalen.
- Je kunt de temperatuur verlagen.

4 Energie-bronnen

Je kent al verschillende soorten energie: elektrische energie, bewegings-energie en chemische energie. Warmte is ook een vorm van energie.

Energie

Sommige stoffen kun je verbranden om warmte te krijgen. Bijvoorbeeld benzine, hout en aardgas. Deze stoffen zijn brandstoffen (afbeelding 26). Als je een brandstof verbrandt, krijg je warmte. Warmte is een vorm van energie. Een brandstof noem je daarom een **energie-bron**. Energie-bronnen leveren energie.



▶ **afbeelding 26**
verschillende brandstoffen

Ook de wind is een energie-bron. Met een windmolen kun je elektrische energie maken uit wind. De zon is ook een energie-bron. Met zonnepanelen op het dak kun je de zonne-energie omzetten in elektrische energie. Wind en zon noem je **duurzame energie-bronnen**. Ze gaan nooit op en vervuilen het milieu niet.

Brandstof

In brandstoffen zit chemische energie. Er zijn heel veel verschillende brandstoffen.

Diep onder de grond zit **aard-olie**. Van aard-olie worden andere brandstoffen gemaakt, zoals benzine en **diesel-olie**. Auto's rijden op benzine, diesel-olie, autogas of elektriciteit. Een ander woord voor autogas is **lpg** (je zegt el-pee-gee). Lpg wordt ook uit aard-olie gemaakt. Vrachtwagens rijden meestal op diesel-olie.



▲ **afbeelding 27**
Kampeerders koken op butagas.

Vroeger werd in huizen vaak **stook-olie** gebruikt voor de verwarming. Stook-olie lijkt veel op diesel-olie. Nu wordt vooral **aardgas** gebruikt. Een ander soort gas is **biogas**. Dat is een brandbaar gas dat wordt gemaakt uit afvalstoffen. Biogas lijkt erg op aardgas. Op de camping gebruiken mensen vaak **butagas** om op te koken. Dit gas zit dan in kleine blikjes, die je gemakkelijk kunt meenemen (afbeelding 27).



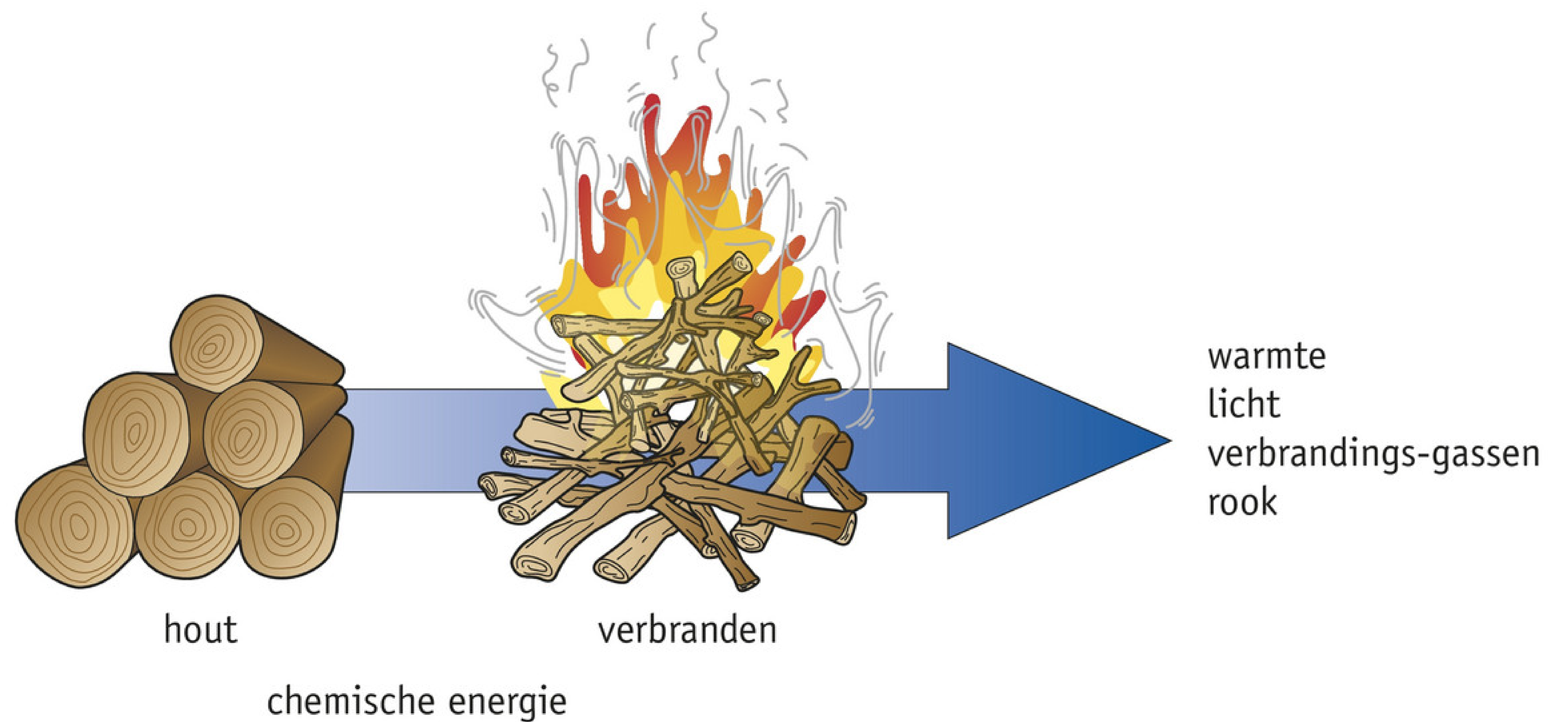
▲ **afbeelding 28**
Bij fondue gebruik je spiritus als brandstof.

Hout kun je verbranden in een open haard of een hout-kachel. Voor een kampvuur gebruik je ook hout. Voor de barbecue gebruik je **houtskool**. Dat is hout dat nog niet helemaal is verbrand. Het blijft heel lang warm. Bij fondue en gourmet gebruik je **spiritus** als brandstof (afbeelding 28).

Reactie-schema

In brandstoffen zit chemische energie. Die chemische energie kun je eruit halen door de brandstof te verbranden. Daarbij ontstaat warmte. Je zegt: de chemische energie wordt omgezet in warmte. Dit kun je zien in de tekening in afbeelding 29.

Vóór de pijl staat de brandstof (hout). In de pijl staat wat er gebeurt (verbranden). Achter de pijl staat wat je aan het eind hebt (warmte, licht, verbrandings-gassen en rook).
- Warmte en licht zijn vormen van energie.
- Verbrandings-gassen en rook zijn stoffen.



▶ **afbeelding 29**
het reactie-schema van de verbranding van hout

Het hout verandert in verbrandings-gassen en rook. Als een stof verandert in andere stoffen, is dat scheikunde. Bij een **scheikundige reactie** verandert een stof in andere stoffen. Verbranding van hout is dus een scheikundige reactie. De tekening van een scheikundige reactie noem je een reactie-schema. Afbeelding 29 is het **reactie-schema** van de verbranding van hout.

Opgaven

51 Brandstof is WEL / NIET een energie-bron.

52 Schrijf twee eigenschappen op van duurzame energie-bronnen.

– ______________________________

– ______________________________

53 Welke twee energie-bronnen zijn allebei duurzaam?
- ☐ A brandstof en zonne-energie
- ☐ B zonne-energie en wind
- ☐ C wind en aardolie
- ☐ D aard-olie en aardgas

54 Welke vloeibare brandstoffen worden gemaakt van aard-olie?
Schrijf er drie op.

____

55 Biogas wordt gemaakt uit AARDGAS / AFVALSTOFFEN.

56 Butagas is WEL / NIET gemakkelijk mee te nemen als je gaat kamperen.

57 Lpg is een andere naam voor autogas.
Waaruit wordt lpg gemaakt?
- ☐ A aardgas
- ☐ B aard-olie
- ☐ C biogas
- ☐ D butagas

58 Welke brandstof gebruik je voor fondue en gourmet?
- ☐ A spiritus
- ☐ B benzine
- ☐ C hout
- ☐ D lpg

59 Voor de barbecue is HOUT / HOUTSKOOL een goede brandstof.

60 Hoe noem je de tekening die je van een scheikundige reactie kunt maken?
- ☐ A verbrandings-schema
- ☐ B scheikundig schema
- ☐ C reactie-schema
- ☐ D brandstof-schema

61 Waarom is verbranden een scheikundige reactie?

Omdat de brandstof ______________________________ .

62 Licht is WEL / NIET een vorm van energie.

Onthouden!

Brandstof is een energie-bron.
Een energie-bron levert energie.
Wind en zon zijn duurzame energie-bronnen.
In brandstof zit chemische energie.
Verschillende brandstoffen zijn:
- olie, benzine, diesel-olie, stook-olie
- aardgas, biogas, butagas, lpg
- hout, houtskool
- spiritus

Bij een scheikundige reactie verandert een stof in andere stoffen.
Een tekening van een scheikundige reactie noem je een reactie-schema.

5 Verwarmen



▲ **afbeelding 30**
een radiator van de centrale verwarming in een woonhuis

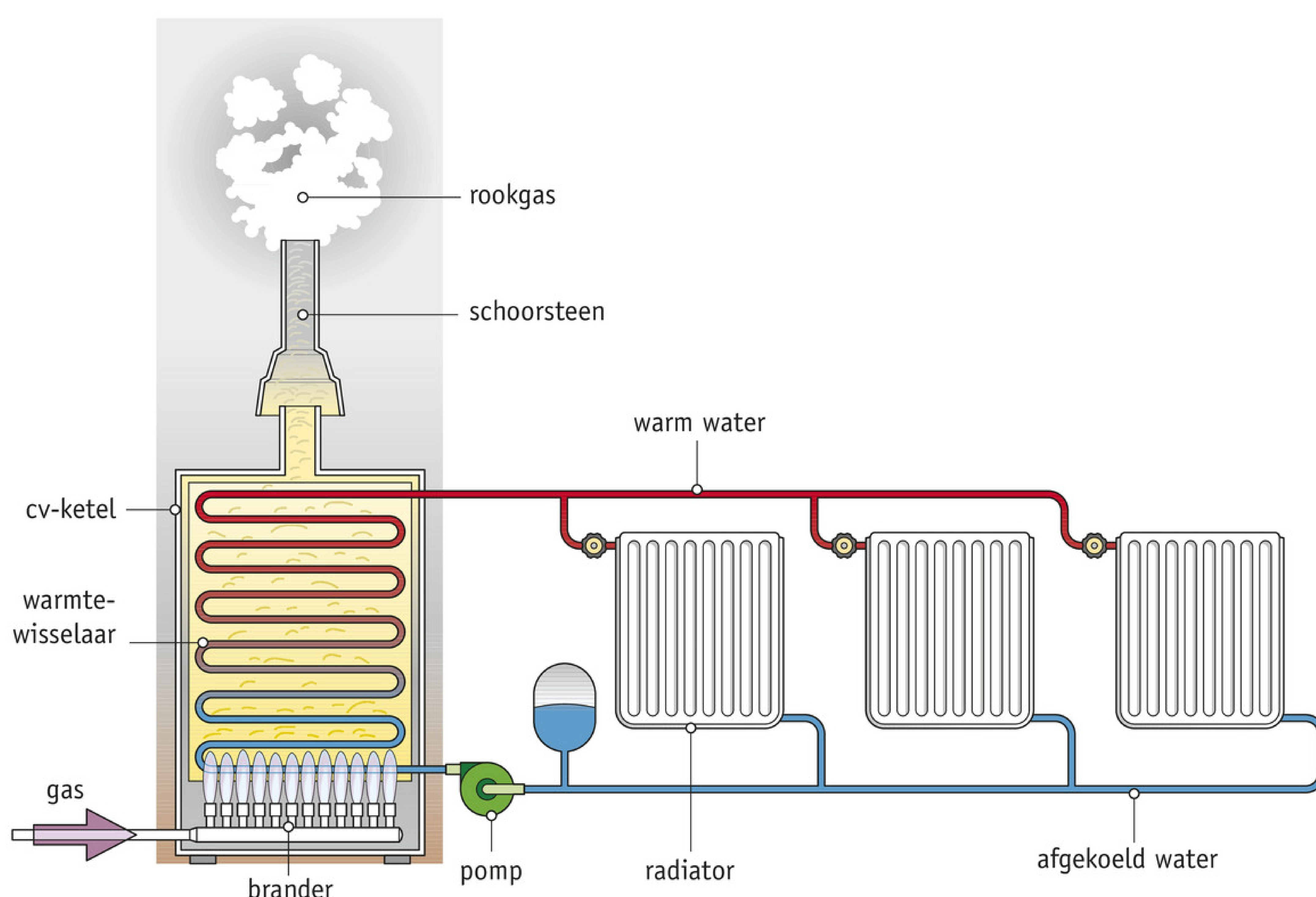
In de middel-eeuwen maakten mensen een houtvuur in de woonkamer om warm te worden. Later kregen ze kachels op hout, kolen, olie of gas. Nu heeft bijna iedereen in Nederland centrale verwarming.

De centrale verwarming

De buizen en **radiatoren** in de kamer horen bij de **centrale verwarming** (afbeelding 30). De centrale verwarming noem je meestal de **cv** (je zegt: see-vee). De letters cv komen van centrale verwarming.

De belangrijke onderdelen van de cv zie je in afbeelding 31.
In de buizen en radiatoren van de cv zit water. Het water loopt door de **warmte-wisselaar** die in de **cv-ketel** zit. Onder de warmte-wisselaar zit de **brander** die het water verwarmt. De brander werkt op aardgas. De warmte van de vlammen gaat door het metaal van de warmte-wisselaar naar het water. De **pomp** zorgt ervoor dat het water rond blijft stromen.

Het warme water stroomt naar de radiatoren. De radiatoren worden daardoor warm en geven warmte af aan de kamer. Het wordt warm in de kamer. Het water in de radiatoren koelt langzaam af. Het koude water gaat terug naar de cv-ketel. Het wordt in de warmte-wisselaar opnieuw verwarmd. In de woonkamer regel je de temperatuur met de **thermostaat** (afbeelding 32).



▲ **afbeelding 31**
de belangrijkste onderdelen van een centrale verwarming (cv)



▲ **afbeelding 32**
de thermostaat

Opgaven

63 Hoe verwarmden mensen hun huis in de middel-eeuwen?

____

64 Waarop werkten de kachels die later werden gebruikt?
- ☐ A alleen op hout
- ☐ B alleen op kolen
- ☐ C alleen op olie
- ☐ D op hout, kolen, olie of gas

65 Nu heeft bijna NIEMAND / IEDEREEN in Nederland centrale verwarming.

66 Welke onderdelen van de centrale verwarming zie je in de woonkamer?
- ☐ A de buizen en de ketel
- ☐ B de ketel en de brander
- ☐ C de brander en de radiatoren
- ☐ D de radiatoren en de buizen

+67 Vul de ontbrekende woorden in.
Kies uit: *aardgas – brander – cv-ketel – radiatoren – stromen – thermostaat – warmte-wisselaar – water.*

In de buizen en radiatoren van de cv zit ____________________ . De pomp zorgt dat het water rond blijft ____________________ . Het water loopt door de ____________________ in de ____________________ . Onder de warmte-wisselaar zit de ____________________ die het water verwarmt. Het warme water stroomt naar de ____________________ . De brander werkt op ____________________ .
In de woonkamer regel je de temperatuur met de ____________________ .

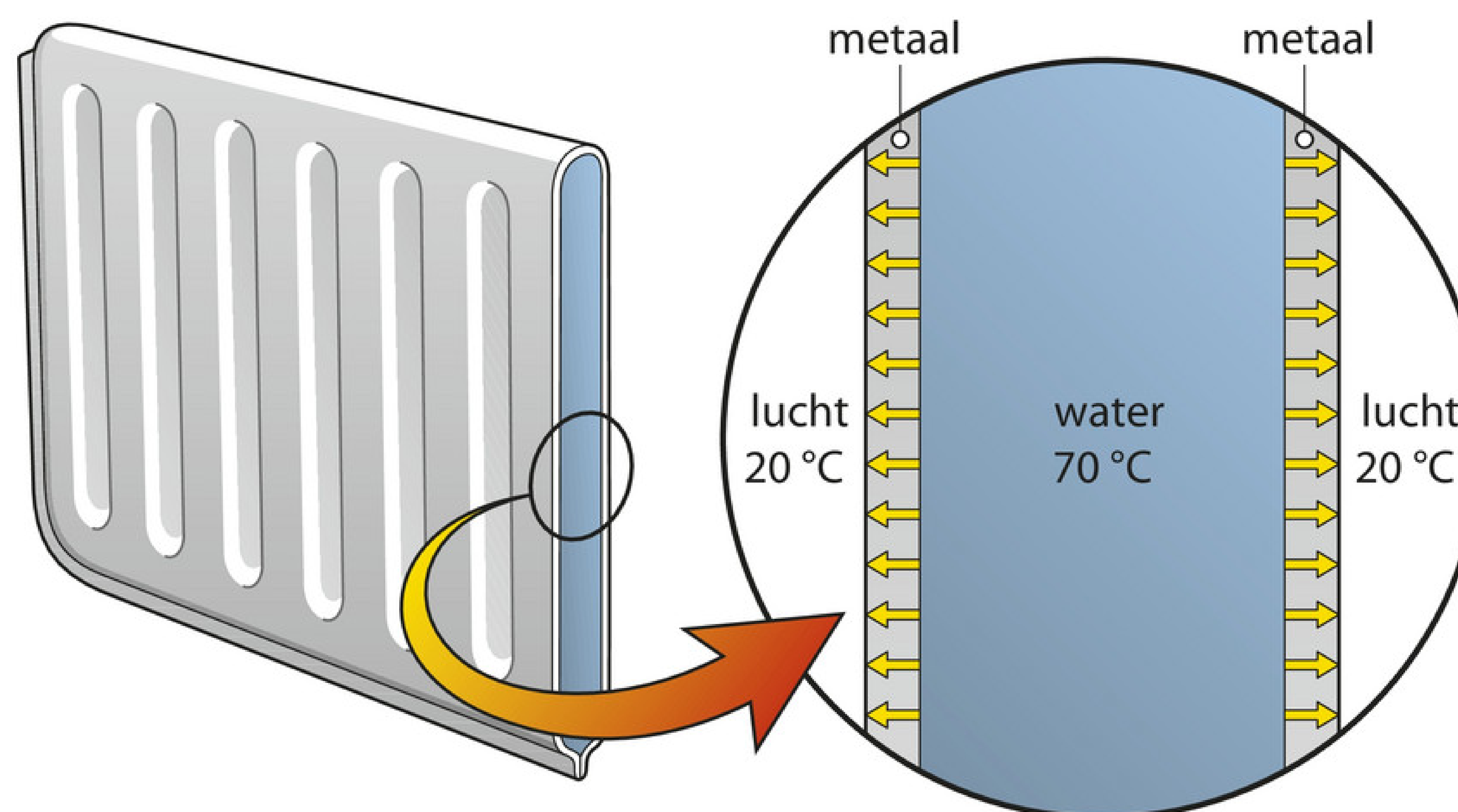
Warmte-transport

De warmte van de branders in de cv-ketel moet het hele huis verwarmen. De warmte moet dus naar alle kamers worden gebracht. Dit noem je **warmte-transport**. Warmte-transport betekent dat de warmte van de ene plaats naar de andere wordt gebracht. De warmte van de branders wordt naar de radiatoren gebracht. De radiatoren geven de warmte af naar de lucht in de kamer.

Geleiding

In de radiator zit warm water. De buitenkant van de radiator wordt erg warm. Dat komt doordat de radiator is gemaakt van metaal. Metaal geeft warmte goed door. Je zegt: metaal is een goede **warmte-geleider**.

Het metaal geleidt de warmte van het water naar de lucht (afbeelding 33). Deze manier van warmte-transport noem je **geleiding**.
Het water in de radiator is 70 °C. De lucht wordt verwarmd tot 20 °C.



▶ **afbeelding 33**
Metaal is een goede warmte-geleider.

Opgaven

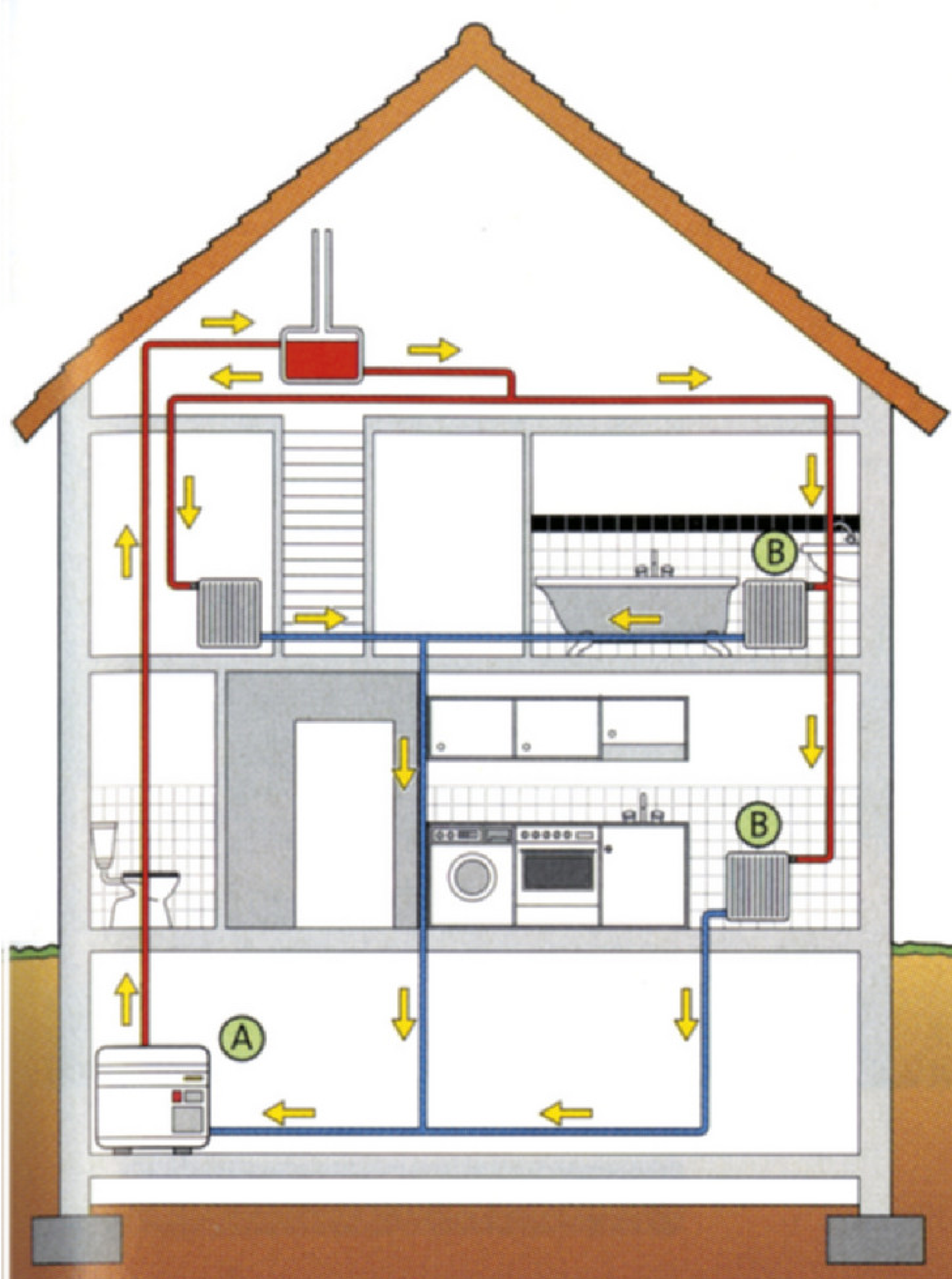
68 Het water in een radiator is WEL / NIET warmer dan de lucht in de kamer.

69 Metaal geeft warmte WEL / NIET gemakkelijk door.

70 In metaal gaat warmte van een WARME / KOUDE naar een WARME / KOUDE plaats.

Stroming van water

In de cv gebeurt het warmte-transport door **stroming van water**.
In de buizen en radiatoren van de cv-installatie zit water. Het water wordt verwarmd in de cv-ketel. De cv-ketel zie je in afbeelding 34 bij de letter A.
Een pomp zorgt dat het water rondstroomt door de cv-installatie. Het warme water stroomt dus ook door de radiatoren. Die zie je bij de letters B in afbeelding 34. De radiatoren worden warm en verwarmen de kamers.



◀ **afbeelding 34**
een huis met centrale verwarming

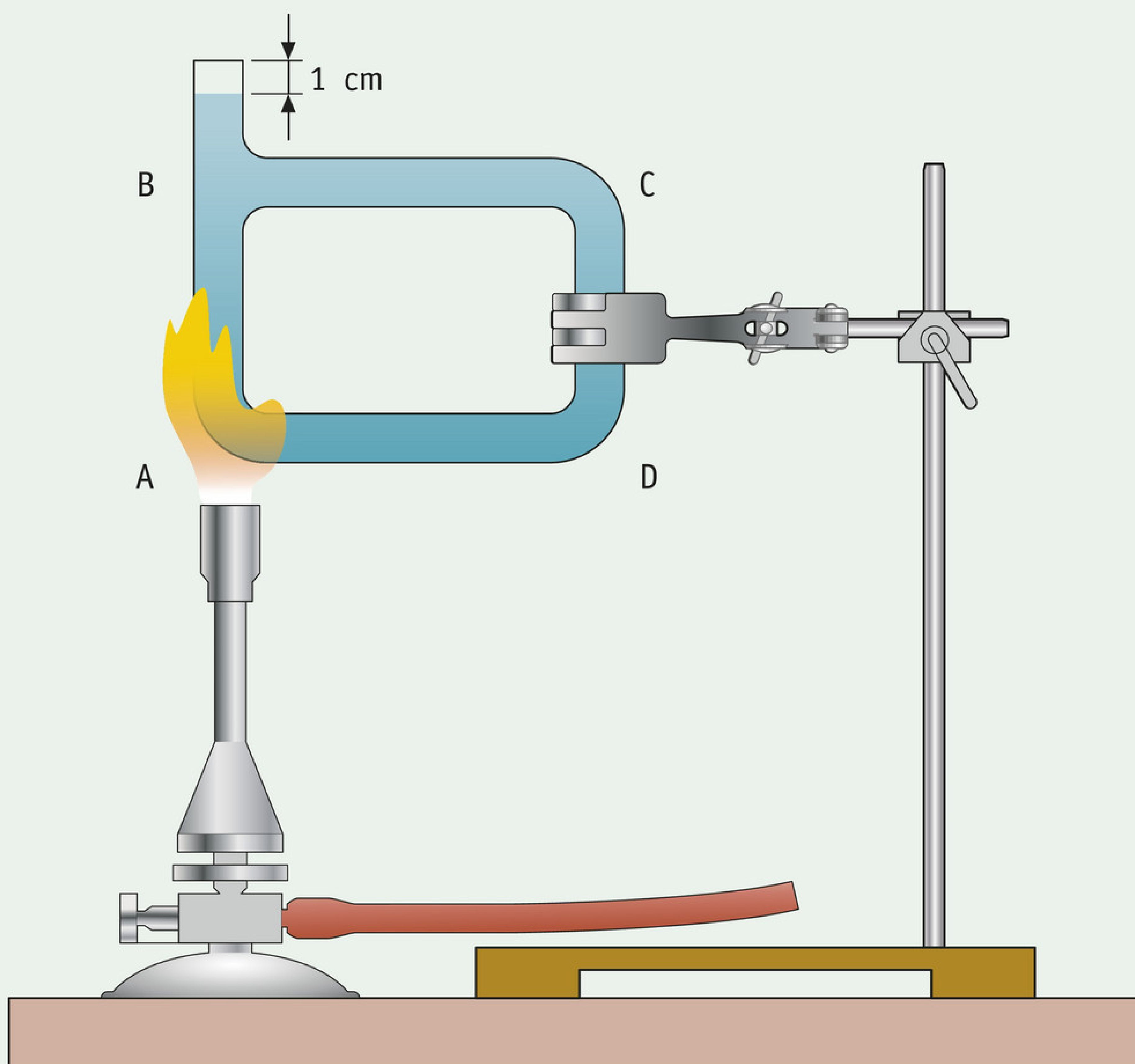
Proef 6 Water gaat stromen door warmte

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 stromings-buis
- ☐ 1 statief
- ☐ 1 statief-klem
- ☐ 1 apparaten-klem
- ☐ 1 brander
- ☐ 1 spatel
- ☐ kalium-per-manganaat
- ☐ lucifers

Uitvoering

- Maak de opstelling van afbeelding 35.
- De stromings-buis moet 4 cm boven de brander hangen.
- Vul de stromings-buis met water, tot 1 cm onder de rand.
- Neem met de spatel een paar kristallen kalium-per-manganaat uit het potje.
- Laat deze kristallen kalium-per-manganaat in de buis vallen.
- Steek de brander op de juiste manier aan.
- Zorg voor een kleine, blauwe vlam.
- Verwarm de buis bij A.
- Kijk goed naar het water in de buis.



▲ **afbeelding 35**
Dit is de opstelling van proef 6.

1 Het water gaat WEL / NIET bewegen.

- Zet de brander na twee minuten uit.
- Voel nu aan de buis bij C en D.

2 Wat voel je bij C en D aan de buis?
De buis is daar WEL / NIET warm geworden.

3 Op welke plaats in de buis heeft het water de hoogste temperatuur?
- ☐ A bij A
- ☐ B bij B
- ☐ C bij C
- ☐ D bij D

4 In afbeelding 36 staan streepjes in de buis.
Maak van deze streepjes pijlen door er een pijlpunt aan te tekenen.
De pijlen moeten de richting aangeven waarin het water stroomt.
Kleur het water in de tekening:
- rood waar het water warm wordt;
- rood-blauw waar de overgang van warm naar koud is;
- blauw waar het water koud is.

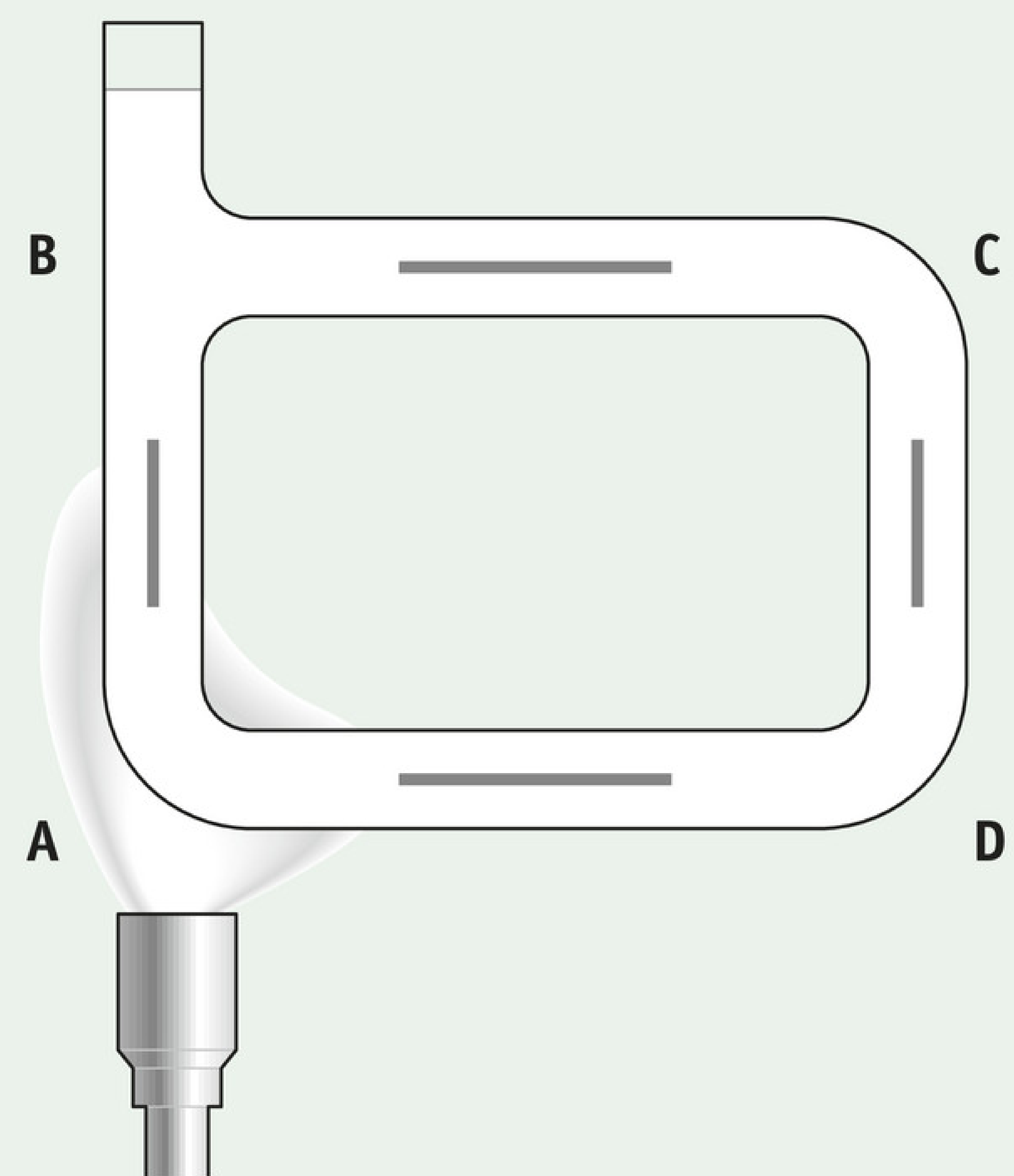
Laat je tekening controleren door je leraar.

5 Hoe komt het dat het water gaat stromen?
- ☐ A Water stroomt altijd.
- ☐ B Doordat het warme water stijgt.
- ☐ C door de kleurstof
- ☐ D door geleiding

6 Waardoor wordt de buis bij C en D warm?
- ☐ A door de vlam
- ☐ B door warmte-geleiding van het water
- ☐ C Doordat het warme water naar C en D stroomt.

7 Water gaat stromen als het wordt verwarmd.
Het water stroomt SNEL / LANGZAAM.

- Ruim alles netjes op.



▲ **afbeelding 36**
Met pijlen geef je aan hoe het water stroomt.

Opgaven

71 Hoe kun je in water warmte goed transporteren?
- ☐ A door stroming
- ☐ B door geleiding
- ☐ C door stroming of geleiding
- ☐ D Je kunt in water geen warmte transporteren.

72 Waarom zit in een centrale verwarming een pomp?
- ☐ A Omdat de stroming door warmte te snel is.
- ☐ B Omdat de stroming door warmte te langzaam is.
- ☐ C De pomp remt de stroming af.
- ☐ D De pomp zorgt voor een betere warmte-geleiding.

Stroming van lucht

Radiatoren worden warm, omdat er warm water doorheen stroomt. Daardoor wordt de lucht in de buurt van de radiator ook warm. De warme lucht stijgt op (afbeelding 37). De rode pijlen zijn de warme lucht die omhoog gaat.

De warme lucht gaat door de hele kamer en koelt langzaam af. De koude lucht gaat naar beneden en stroomt terug naar de radiator. Daar wordt de lucht weer warm gemaakt. De warmte wordt door de kamer verspreid door **stroming van lucht**.

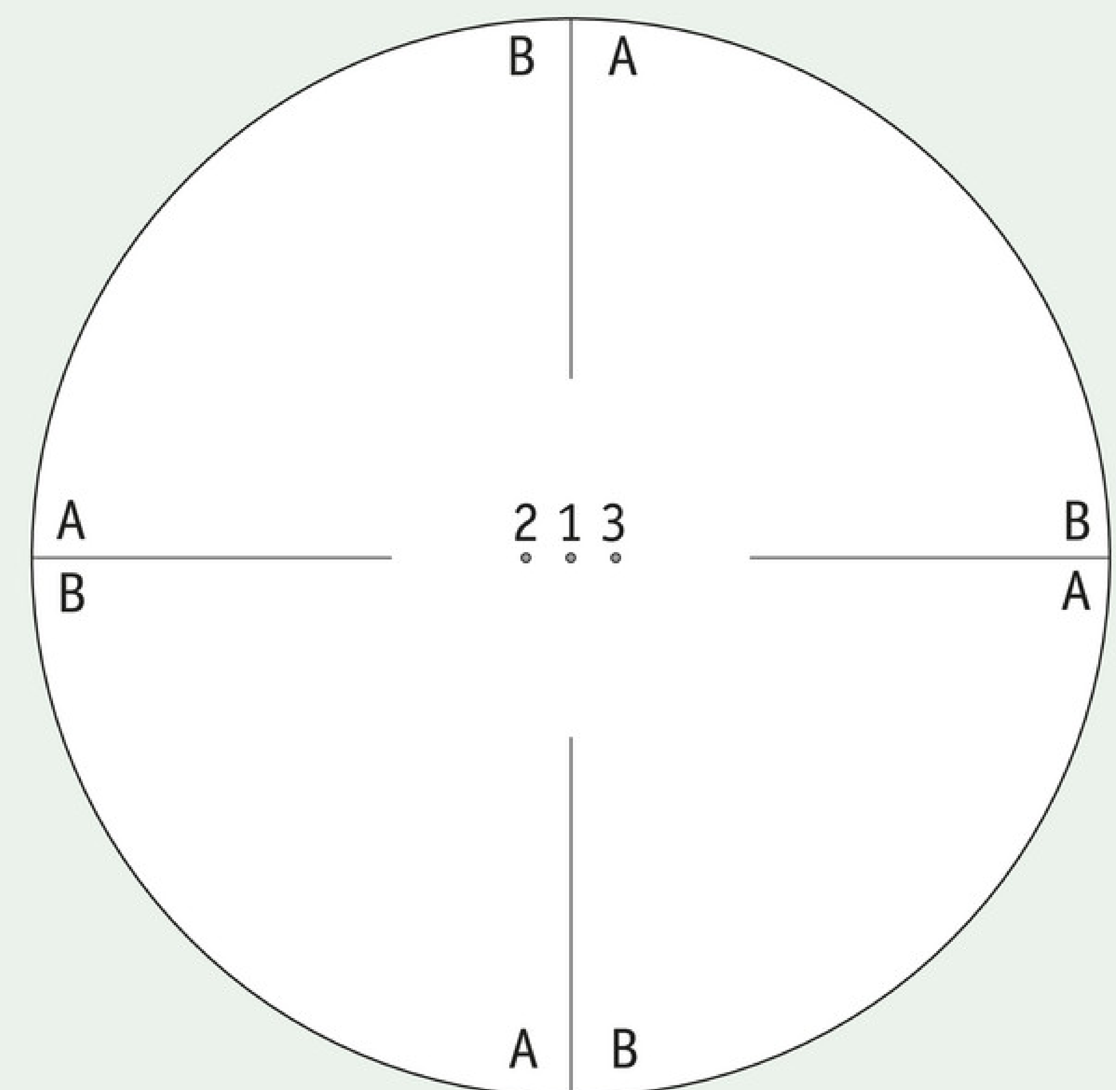


▶ **afbeelding 37**
Warme lucht stijgt op en koude lucht zakt naar beneden.

Proef 7 Stroming van warmte in lucht

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 waxine-lichtje
- ☐ 1 naald en draad
- ☐ 1 schaar
- ☐ 1 doosje lucifers
- ☐ knipblad 1 achter in je boek



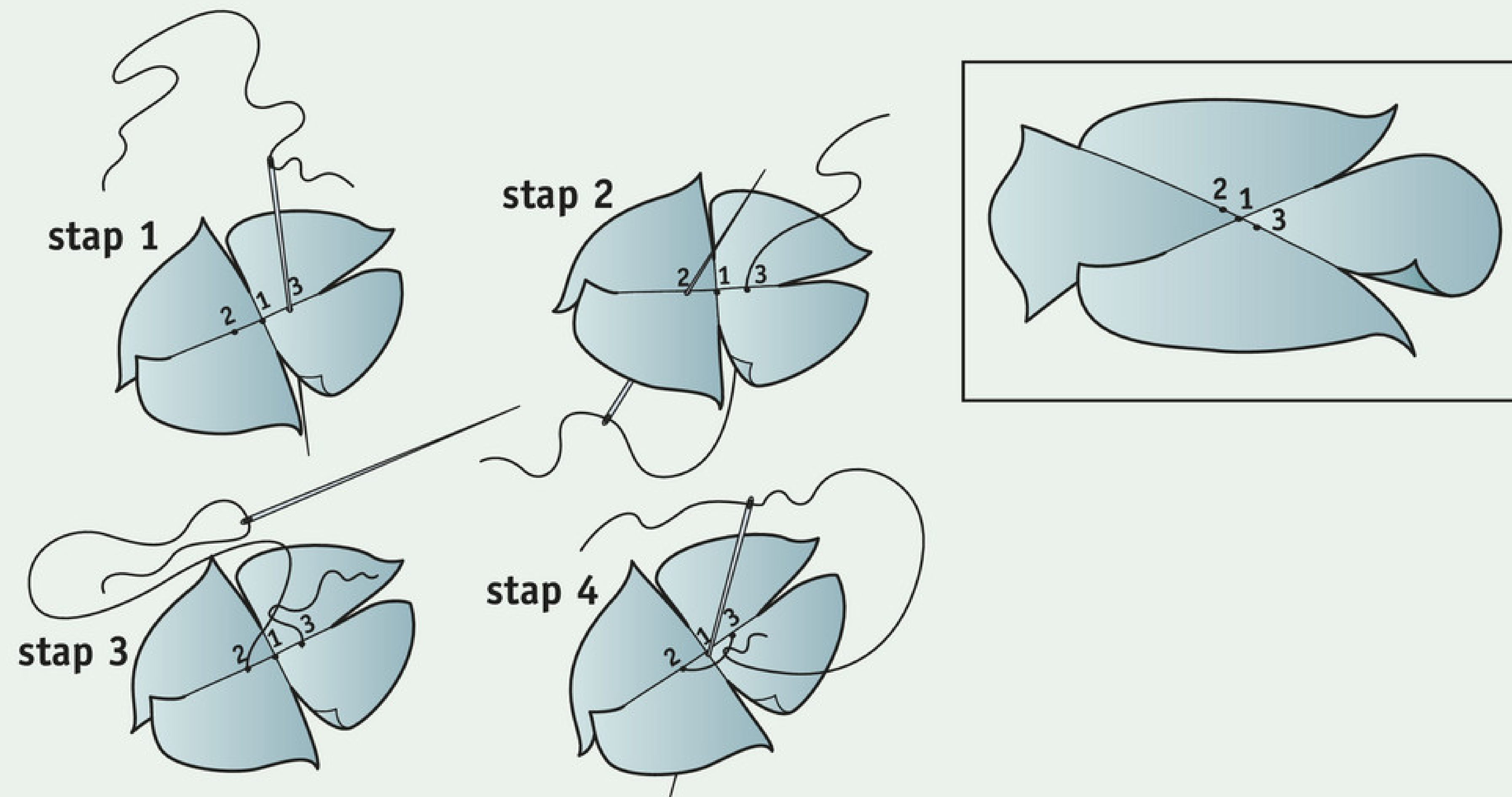
▲ **afbeelding 38**
Zo knip je het papier uit je knipblad.

Uitvoering

- Ga naar knipblad 1 op bladzijde 211 achter in je boek.
- Knip de cirkel uit.
- Knip het papier in over de vier lijnen (afbeelding 38).
- Vouw de punten A naar beneden.
- Vouw de punten B naar boven.

- Neem naald en draad.
- Knip de draad op 50 cm lengte af.
- Doe de draad in de naald.
- Haal nu in vier stappen de draad door je molentje (afbeelding 39 op bladzijde 38).

Het maakt niet uit of je aan de onderkant of aan de bovenkant van je molentje begint.



▶ **afbeelding 39**
Op deze manier haal je de draad door het molentje.

- Haal naald en draad door punt 2.
- Haal naald en draad weer op en ga door punt 3.
- Haal de draad er bijna helemaal doorheen.
- Knoop dit laatste stukje van de draad aan elkaar vast.
- Haal naald en draad door punt 1.
- Haal de naald uit de draad.
- Leg de naald zó neer, dat je hem niet kwijtraakt.
- Steek het waxine-lichtje aan.
- Houd je hand op 20 cm afstand **naast** de vlam van het waxine-lichtje.
- Tel nu langzaam tot 30.

1 Voel je de warmte erg goed? JA / NEE

2 Waar moet de warmte doorheen om bij je hand te komen?
☐ A door de lucht
☐ B door metaal
☐ C door glas

3 Lucht is WEL-EEN / GEEN goede warmte-geleider.

- Houd je hand 20 cm **boven** de vlam.
- Tel langzaam tot 10.
- Haal je hand weg als hij te warm wordt.

4 Voel je nu de warmte?
☐ A Nee, ik voel nu geen warmte.
☐ B Ja, ik voel een beetje warmte.
☐ C Ja, ik voel een klein beetje meer warmte dan naast de vlam.
☐ D Ja, ik voel de warmte heel goed.

5 Warme lucht stroomt WEL / NIET omhoog.

- Pak het uiteinde van het touwtje vast.
- Houd het molentje 20 cm boven de vlam (afbeelding 40).



▲ **afbeelding 40**
Zo houd je het molentje boven de vlam.

6 Wat gebeurt er?
Het molentje gaat WEL / NIET draaien.

7 Waardoor gaat het molentje draaien?
- ☐ A Doordat de warme lucht omlaag stroomt.
- ☐ B Doordat de warme lucht omhoog stroomt.
- ☐ C Doordat er lucht van de zijkant stroomt.
- ☐ D Het molentje draait vanzelf.

8 Warme lucht stroomt WEL / NIET omhoog.
Met lucht kun je WEL / GEEN warmte verplaatsen.

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

73 Hoe verplaatst warmte zich in lucht?
- ☐ A door geleiding
- ☐ B door stroming
- ☐ C door stroming en geleiding

74 Hoe stroomt de lucht boven een warme radiator?
- ☐ A omlaag
- ☐ B in alle richtingen
- ☐ C omhoog
- ☐ D draaiend

75 Kleur in afbeelding 41 de pijlen:
- die erg veel warmte aangeven donkerrood;
- waar warmte is rood;
- waar de warmte minder wordt lichtrood;
- waar de minste warmte is blauw.



▲ **afbeelding 41**
Warme en koude lucht stromen door de slaapkamer.

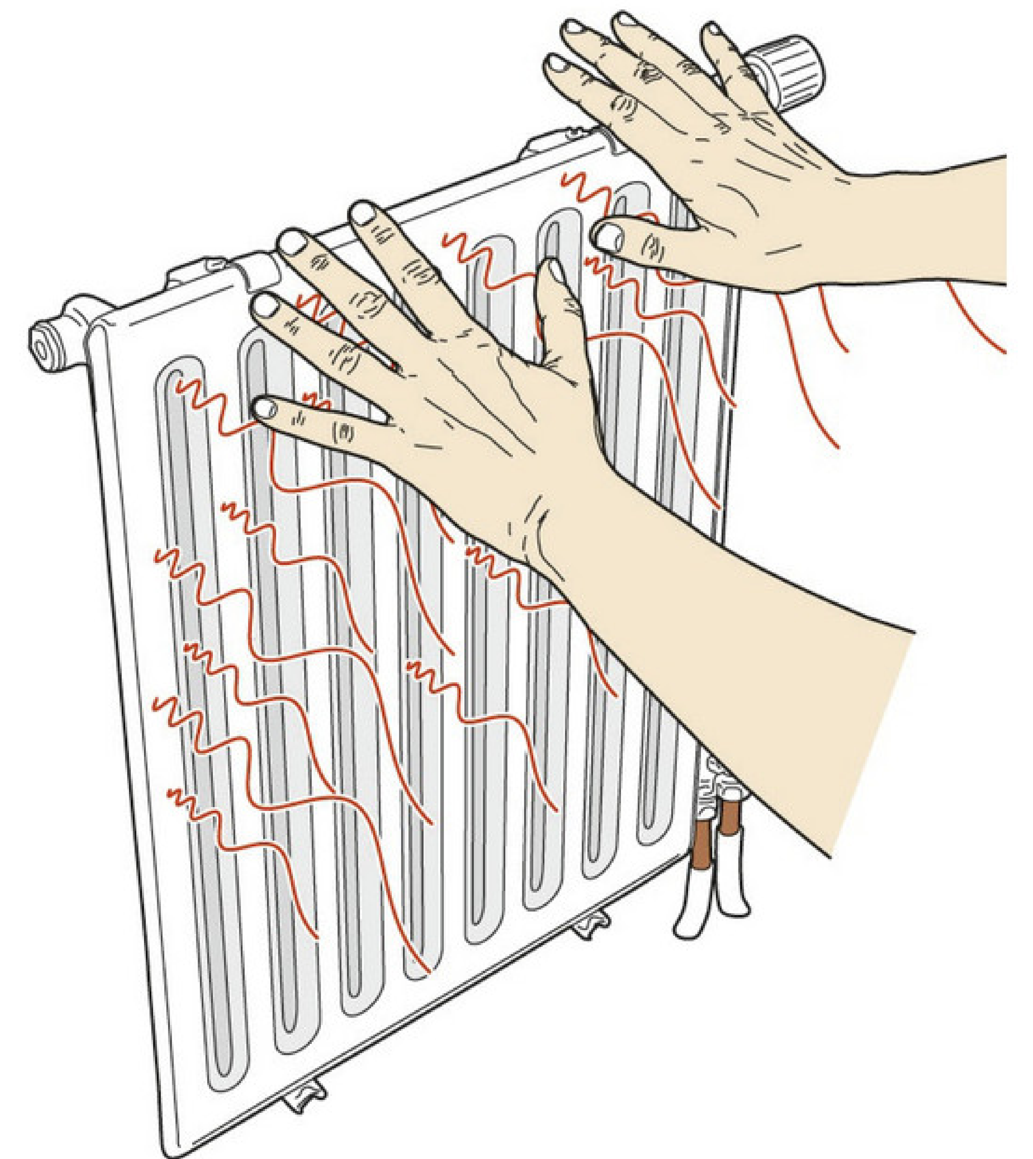
Straling

Als je vlak voor een elektrische straal-kachel staat, voel je de warmte goed (afbeelding 42). De warmte komt naar je toe door **straling**. Vlak bij een radiator kun je de warmte ook voelen (afbeelding 43). Het is dus niet nodig dat de kachel rood-gloeiend is.

Alle voorwerpen die warmer zijn dan hun omgeving, stralen warmte uit. Die warmte-straling kun je niet zien. Je kunt de straling wel voelen. Een ander woord voor warmte-straling is **infra-rood-straling**. Straling is ook een vorm van warmte-transport, net als stroming en geleiding.



▲ **afbeelding 42**
Naast de straal-kachel voel je de warmte goed.



▲ **afbeelding 43**
Vlak bij de radiator kun je de warmte ook voelen.

Opgaven

76 Welk deel van het huis wordt verwarmd met de warmte uit de cv-ketel?
- ☐ A alleen de woonkamer
- ☐ B alleen de badkamer
- ☐ C alleen de keuken
- ☐ D het hele huis

77 Om de woonkamer te verwarmen, moet de warmte van de cv-ketel naar de woonkamer worden gebracht.
Dat noem je WEL / NIET warmte-transport.

78 Wat is een ander woord voor warmte-straling?
- ☐ A radio-actieve straling
- ☐ B infra-rood-straling
- ☐ C rode straling
- ☐ D licht

79 Warmte-straling kun je WEL / NIET zien.

80 Welke voorwerpen stralen warmte uit?
- ☐ A alleen voorwerpen die rood-gloeiend zijn
- ☐ B alle voorwerpen
- ☐ C alle voorwerpen die kouder zijn dan de omgeving
- ☐ D alle voorwerpen die warmer zijn dan de omgeving

81 Je staat in de kamer dicht bij een brandende open haard.
Op welke manier komt de warmte van de open haard naar je toe?
- ☐ A door straling en stroming
- ☐ B door stroming en geleiding
- ☐ C door geleiding en straling
- ☐ D alleen door geleiding

De zon

De zon is een heel grote warmte-bron. De warmte van de zon komt bij de aarde door straling (daarom zijn het zonne-stralen!). Tussen de aarde en de zon is niks, zelfs geen lucht. Dit deel van de ruimte noem je **luchtledig** (dat is een oud woord voor lucht-leeg). Voor de straling maakt dat niet uit: die gaat gewoon door de leegte heen. Voor stroming of geleiding heb je altijd een stof nodig. Bijvoorbeeld water of lucht voor stroming en metaal voor geleiding.

Je kunt de straling van de zon ook voelen als je achter glas zit (afbeelding 44). Warmte-straling gaat door het glas heen.

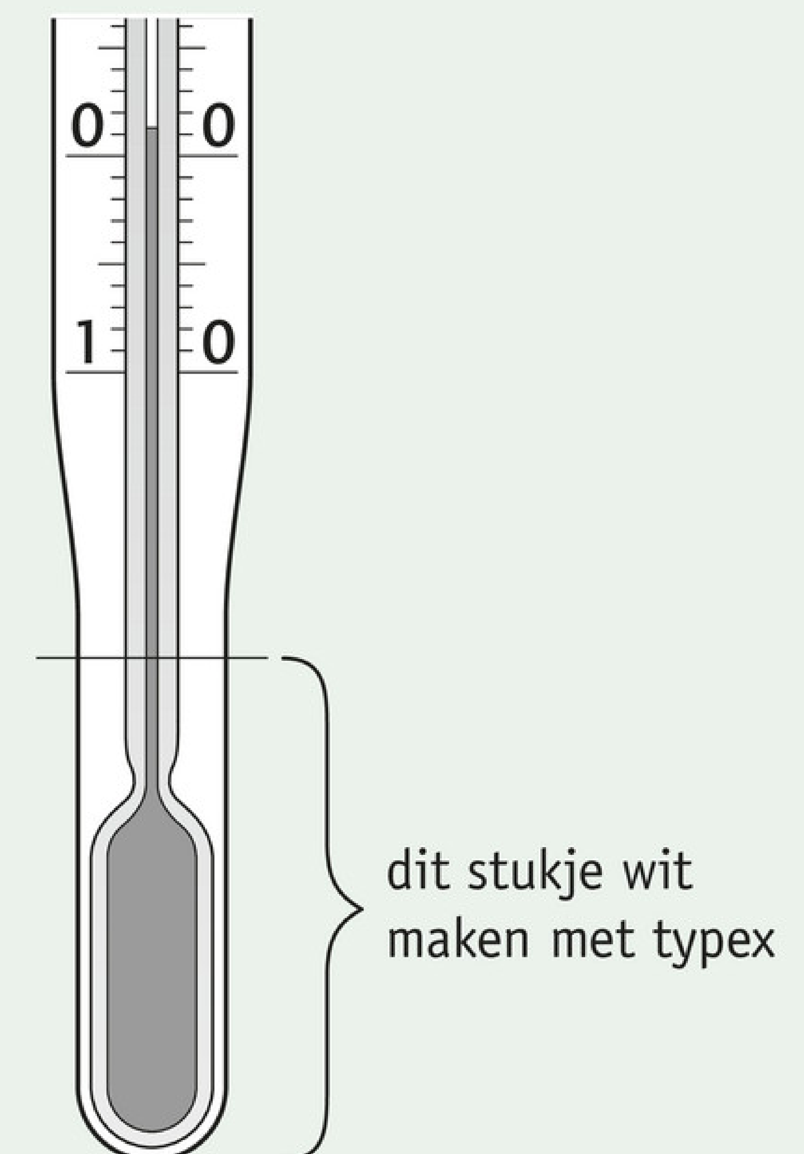


▶ **afbeelding 44**
Ook achter glas voel je de straling van de zon.

Proef 8 Warmte-straling opnemen

Wat je nodig hebt

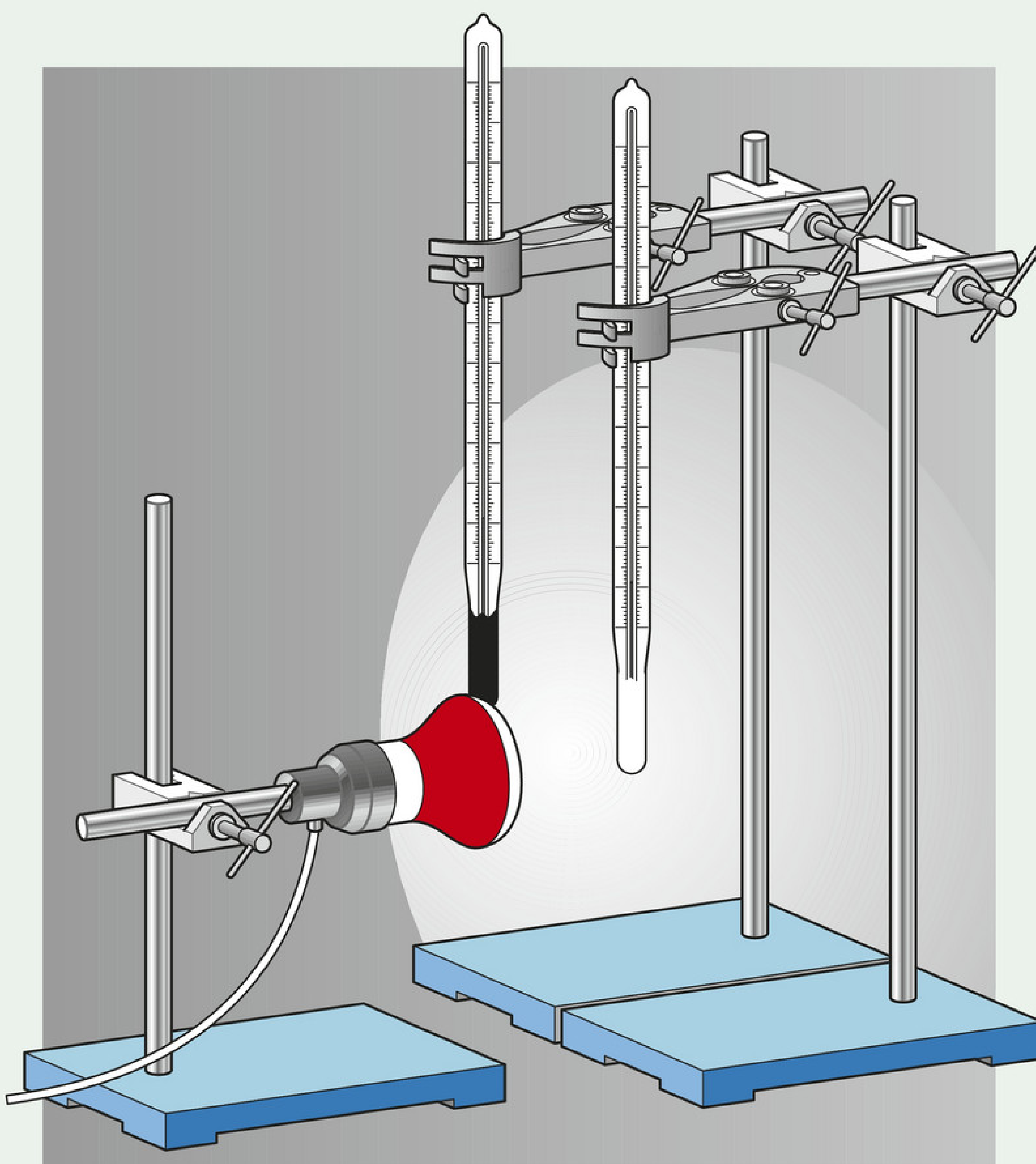
- ☐ 2 thermometers van –10 °C tot 110 °C
- ☐ 1 warmte-lamp (60 watt) op statief, met stekker en snoer
- ☐ 1 statief-stang
- ☐ 2 statief-klemmen
- ☐ 2 apparaat-klemmen
- ☐ 1 tonvoet
- ☐ 1 flesje typex
- ☐ 1 zwarte viltstift
- ☐ 1 stopklok of horloge



▲ **afbeelding 45**
Maak het onderste stukje van de thermometer wit.

Uitvoering

- Maak het onderste stuk van een thermometer wit met typex (afbeelding 45).
- Als de typex droog is, doe er dan nog een laagje typex op.
- Het reservoir van de thermometer moet goed wit zijn.
- Maak van de andere thermometer het onderste stuk zwart met de viltstift.
- Als de inkt van de viltstift droog is, ga er dan nog een keer overheen.
- Het reservoir van de thermometer moet goed zwart zijn.
- Maak de opstelling van afbeelding 46.



▲ **afbeelding 46**
de opstelling van proef 8

- De thermometers moeten vlak naast elkaar staan.
- De lamp moet ongeveer 6 cm van de thermometers af staan.
- De thermometers moeten allebei even ver van de lamp af staan.

1 Lees de stand van de twee thermometers af.
Schrijf de temperatuur van elke thermometer in tabel 5 bij 'begin'.

▼ **tabel 5** temperatuur van de thermometers

tijd	witte	zwarte
begin	°C	°C
1 minuut	°C	°C
2 minuten	°C	°C
3 minuten	°C	°C
4 minuten	°C	°C
5 minuten	°C	°C

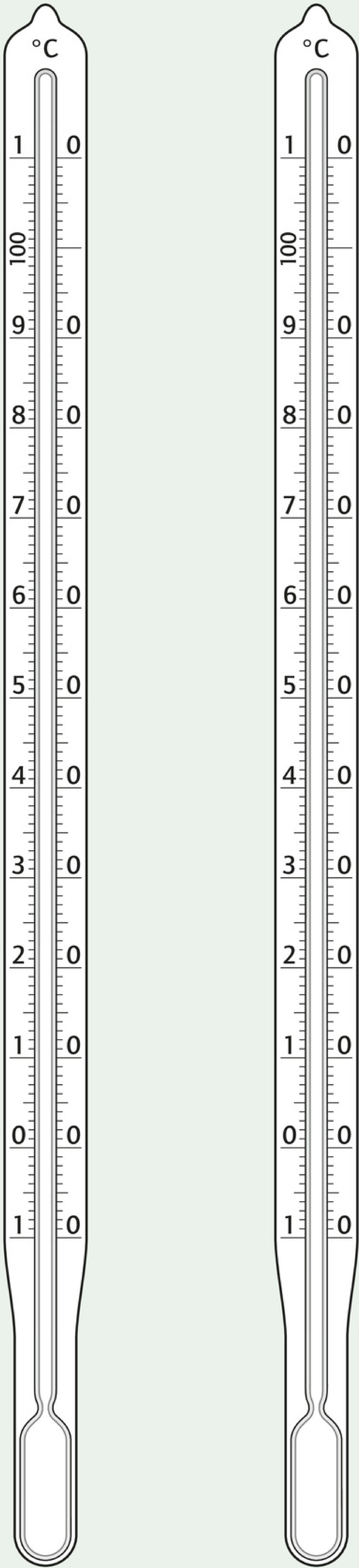
- Doe de lamp aan.
- Lees elke minuut de temperatuur van de thermometers af.
- Schrijf de temperatuur die de thermometers aangeven in tabel 5.
- Doe dit vijf minuten lang, elke minuut.
- Doe daarna de lamp uit.

2 In afbeelding 47 zie je twee thermometers. Dit zijn de thermometers die je bij de proef hebt gebruikt. Van één thermometer heb je een stukje wit gemaakt.
Kleur ditzelfde stuk in de tekening geel.
Van de andere thermometer heb je een stukje zwart gemaakt.
Kleur hetzelfde stuk in de tekening ook zwart.
Teken een pijltje bij de begin-temperatuur van de thermometers.
Teken ook een pijltje bij de eind-temperatuur van de thermometers.
Kleur het stukje tussen de twee pijltjes rood.
Dit is de stijging van de temperatuur.

3 Een voorwerp krijgt een hogere temperatuur door
AFKOELING / VERWARMING.

4 Op welke manier kan de warmte van de lamp in afbeelding 46 bij de thermometers komen?
☐ A door stroming, straling en geleiding
☐ B het meest door geleiding
☐ C het meest door stroming
☐ D het meest door straling

5 Werden de twee thermometers even warm?
JA / NEE



▲ **afbeelding 47**
de twee thermometers van proef 8

6 Welke thermometer werd het warmst?
de ZWART / WIT gekleurde thermometer

7 Welke thermometer neemt de meeste stralings-warmte op?
- ☐ A de witte thermometer
- ☐ B de zwarte thermometer
- ☐ C De twee thermometers nemen evenveel warmte op.
- ☐ D Er wordt geen stralings-warmte opgenomen.

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

82 Een zwarte en een witte auto staan naast elkaar in de zon.
Welke auto wordt het warmst?
- ☐ A De twee auto's worden even warm.
- ☐ B De zwarte auto wordt het warmst.
- ☐ C De witte auto wordt het warmst.

83 In een straat staan een wit en een zwart huis naast elkaar.
In het zwarte huis wordt het binnen erg warm als de zon schijnt.
Waarom wordt het in het zwarte huis het warmst?

____

____

84 Waarom kun je in de zomer beter lichtgekleurde kleren dragen dan zwarte?

____

____

85 Waarom zijn de huizen in warme landen meestal wit van kleur?

____

____

86 Bij warmte-transport door straling heb je WEL / GEEN tussenstof nodig.

87 Wat voel je als je vlak voor een straal-kachel staat die aan is?
- ☐ A de warmte stromen
- ☐ B warmte door geleiding
- ☐ C warmte-straling
- ☐ D warmte door geleiding, stroming en straling

88 Welke voorwerpen stralen warmte uit die je kunt voelen?
- ☐ A lichtgekleurde voorwerpen
- ☐ B donkere voorwerpen
- ☐ C voorwerpen die warmer zijn dan hun omgeving
- ☐ D alleen rood-gloeiende voorwerpen

89 Een ander woord voor warmte-straling is ______________________________ .

90 Waardoor wordt de aarde verwarmd?
- ☐ A door fabrieken die veel warmte leveren
- ☐ B door de warmte van de centrale verwarmingen
- ☐ C door de stads-verwarming
- ☐ D door de zon

91 Stel je voor: je zit achter het raam in de zon. Het is voorjaar en de verwarming staat uit.
Hoe kan het dat je warmte van de zon voelt, terwijl je binnen zit?
Zonnestralen gaan WEL / NIET door glas.

92 Links staan vier voorbeelden van warmte-transport. Rechts staan vier manieren van warmte-transport.
Trek steeds een lijn van het voorbeeld naar de manier van warmte-transport die erbij hoort.

in het metaal van de radiatoren	○	○	stroming van water
in de cv-installatie	○	○	stroming van lucht
zonne-warmte	○	○	geleiding
in de woonkamer	○	○	straling

Onthouden!

De meeste huizen in Nederland hebben centrale verwarming.
De centrale verwarming noem je meestal cv.
Belangrijke onderdelen van de cv zijn:
- de cv-ketel
- de warmte-wisselaar
- de radiatoren
- de pomp
- de thermostaat

In de cv stroomt water rond.
In de cv zorgt water voor warmte-transport.
In de kamer zorgt lucht voor warmte-transport.
De drie vormen van warmte-transport zijn:
- stroming, bijvoorbeeld in water en in lucht
- geleiding, bijvoorbeeld in het metaal van een radiator
- straling

Metaal is een goede warmte-geleider.
Een ander woord voor warmte-straling is infra-rood-straling.
Straling gaat door lucht en het luchtledige heen.
Straling gaat door glas heen.

6 Test Jezelf

Waar / niet waar-vragen

	waar	niet waar
1 Als je water verwarmt, blijft de temperatuur stijgen tot het water kookt.		
2 Warmte krijg je alleen door vuur.		
3 Een radiator van de centrale verwarming wordt verwarmd door warm water.		
4 Een strijkijzer is een warmte-bron die op gas werkt.		
5 Een brand kun je alleen met water blussen.		
6 Warmte is een vorm van energie.		
7 Brandstoffen kun je verbranden om warmte te krijgen.		
8 Elektrische energie kan worden omgezet in warmte.		
9 Bij volledige verbranding ontstaat roet.		
10 Koolstof-dioxide is een giftig gas.		
11 Voor vuur heb je brandstof, ontbrandings-temperatuur en zuurstof nodig.		
12 Als er te weinig zuurstof is voor volledige verbranding, dan is de vlam geel-oranje.		
13 Bij een slechte verbranding is er te veel zuurstof.		
14 Door zwavel en stikstof in de lucht ontstaat zure regen.		
15 Warmte kan zich alleen in lucht verplaatsen door stroming.		
16 Verwarmde lucht stroomt omlaag.		
17 Staal is een goede warmte-geleider.		
18 Om iets te doen, heb je energie nodig.		
19 De zon is de belangrijkste warmte-bron die wij hebben.		
20 Infra-rood-straling kun je niet zien, maar wel voelen.		

Meerkeuze-vragen

1 Waarmee kun je meten of iets warmer wordt?
- ☐ A met een thermometer
- ☐ B met een warmte-bron
- ☐ C met een gasbron
- ☐ D met een warmte-meter

2 Waardoor ontstaat de warmte in de cv-ketel?
- ☐ A door het verbranden van aardgas
- ☐ B door de pomp
- ☐ C door het verbranden van hout
- ☐ D door de radiator

3 Een gas-leiding staat in brand. Om de brand te blussen, draait de brandweer de gaskraan dicht.
Welke voorwaarde voor verbranding haalt de brandweer weg?
- ☐ A brandstof
- ☐ B temperatuur
- ☐ C zuurstof
- ☐ D Alle drie de voorwaarden worden weggehaald.

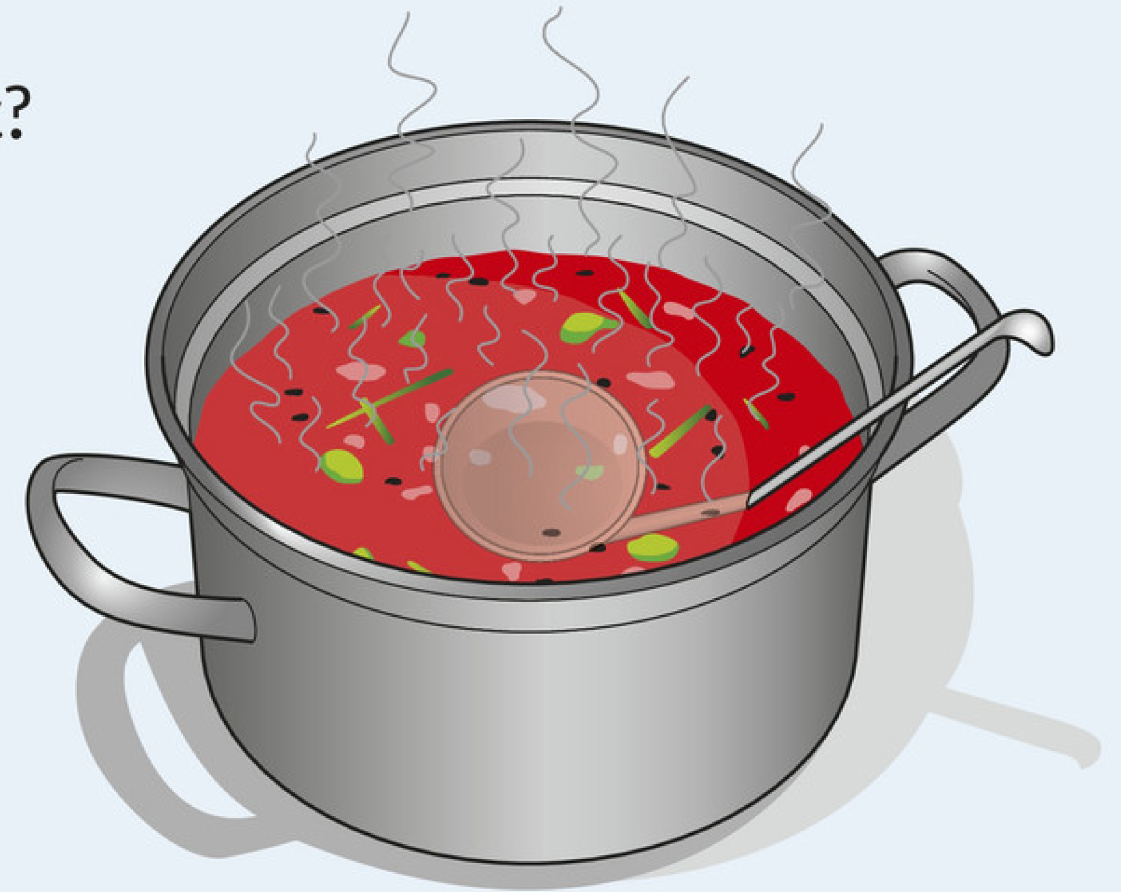
4 In een kamer brandt een open haard. Het is belangrijk dat er steeds verse lucht in de kamer komt.
Waarom moet er steeds verse lucht in de kamer komen?
- ☐ A omdat anders de zuurstof in de lucht opraakt door het vuur
- ☐ B omdat het niet te warm mag worden
- ☐ C om genoeg verbrandings-gas te krijgen
- ☐ D om de waterdamp op te vangen

5 Je staat vlak bij een kampvuur. Je voelt de warmte tegen je benen.
Welke warmte voel je het best?
- ☐ A de stromings-warmte
- ☐ B de stralings-warmte
- ☐ C de geleidings-warmte
- ☐ D Je voelt alle drie de vormen van warmte even goed.

6 Loes zet een blikje cola in de koelkast. Zij wil het blikje zo gauw mogelijk koud hebben.
De koelkast heeft geen vriesvak.
Waar moet Loes het blikje zetten?
- ☐ A Boven in de koelkast , want de koude lucht stijgt omhoog.
- ☐ B Midden in de koelkast, want de lucht is daar het koudst.
- ☐ C Onder in de koelkast, want de koude lucht zakt omlaag.
- ☐ D Het maakt niets uit, het is overal even koud.

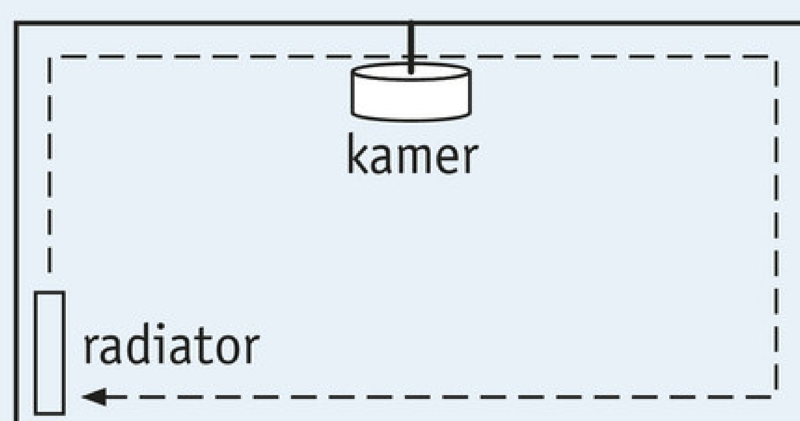
7 Hoe komt de warmte van de zon op aarde?
- ☐ A door stroming
- ☐ B door straling
- ☐ C door geleiding
- ☐ D overdag door stroming en 's nachts door geleiding

8 Je verwarmt soep. In de soep staat een metalen lepel (afbeelding 48).
Het handvat van de lepel wordt warm.
Hoe verplaatst de warmte van de soep zich naar het handvat?
- ☐ A door stroming
- ☐ B door straling
- ☐ C door geleiding
- ☐ D door isolatie

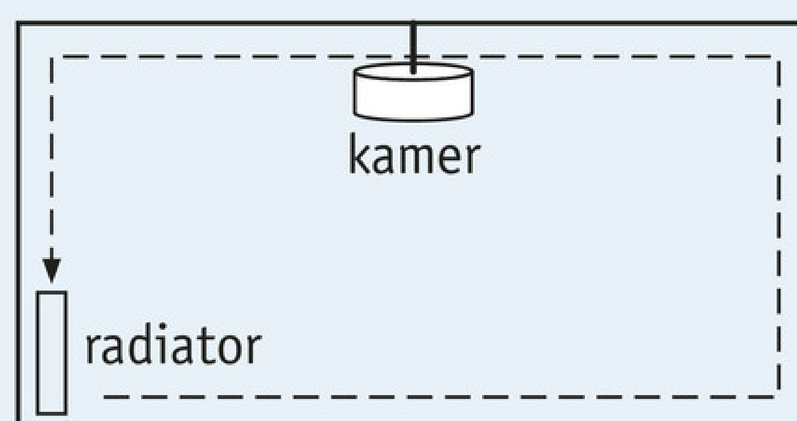


▲ **afbeelding 48**
De bovenkant van de lepel wordt warm.

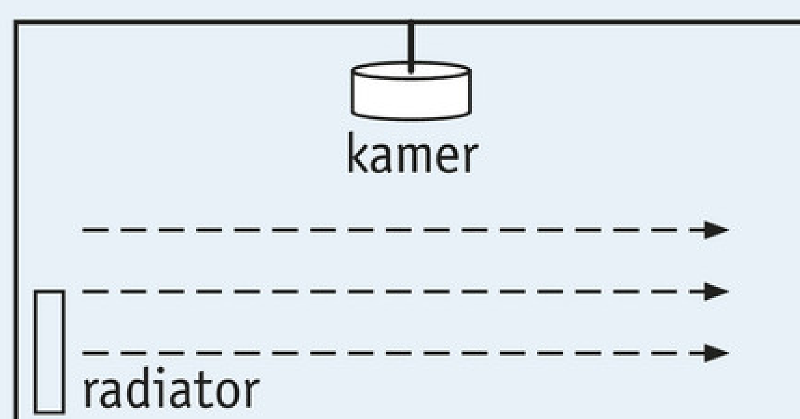
9 Door de warme radiator gaat de lucht in de kamer stromen. In afbeelding 49 zijn vier mogelijkheden getekend.
In welke afbeelding is de stroming goed getekend?
- ☐ A in afbeelding a
- ☐ B in afbeelding b
- ☐ C in afbeelding c
- ☐ D in afbeelding d



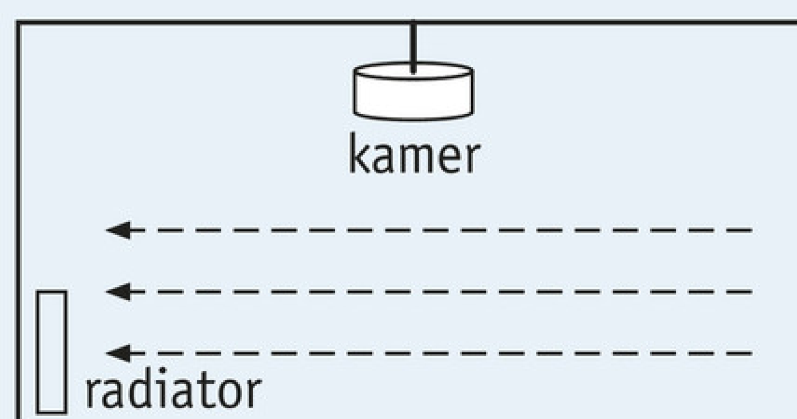
a



b



c



d

▲ **afbeelding 49**
Door verwarming gaat de lucht in de kamer stromen.

10 Twee auto's staan in de zon. Een auto is zwart en de andere is wit.
Welke auto wordt het warmst?
- ☐ A De twee auto's worden even warm.
- ☐ B De twee auto's worden helemaal niet warm.
- ☐ C De witte auto wordt het warmst.
- ☐ D De zwarte auto wordt het warmst.

Open vragen

1 Schrijf vier warmte-bronnen op die in huis worden gebruikt.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

2 Waarvoor dient de pomp in de centrale verwarming?

____

____

3 Het is een mooie zomeravond op een camping. Op een open plaats wordt alles klaargezet voor een kampvuur.
Welke drie voorwaarden zijn er nodig om vuur te maken?

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

4 Resi gaat friet bakken. Er zit weinig olie in de pan. Ze heeft de gasvlam zo groot mogelijk staan. Plotseling gaat de olie in de pan branden. Ze zet de gasvlam onder de pan uit. Dan pakt Resi het deksel en doet dit voorzichtig op de pan. Na een minuut haalt ze het deksel van de pan. Het vuur is uitgegaan.
Waardoor ging het vuur uit nadat Resi het deksel op de pan had gedaan?

____

____

5 Vul de ontbrekende woorden in.
Kies uit: *giftig – klimaat – koolstof-dioxide – lucht-vervuiling – milieu – schadelijk – smelt – warmer.*

Door verbrandings-gassen ontstaat ______________ en zure regen.

Zure regen is ______________ voor bomen en planten.

In verbrandings-gassen zit ook ______________ .

Dat gas is niet ______________ . Toch is koolstof-dioxide niet goed

voor het ______________ . Doordat veel koolstof-dioxide in de lucht

komt, verandert het ______________ .

Het wordt langzaam ______________ op aarde.

Daardoor ______________ het ijs op de Noordpool en op de Zuidpool

elk jaar een beetje meer.


NOLAN
92

6 Kracht en beweging

Inhoud

Startvraag

Schrijf vijf dingen op waar je kracht voor gebruikt.

____

____

____

____

____

1 Soorten krachten

Voor het koppen van een bal gebruik je kracht. Kracht kun je niet zien. Je ziet wel het gevolg van de kracht.

Van kracht naar beweging

Bij een potje voetbal trap je tegen de bal (afbeelding 1). Hoe harder je trapt, hoe verder de bal wegvliegt. Je kunt ook mikken als je trapt. Je schopt de bal naar links, naar rechts of recht naar voren. Je verandert dan de **richting** van de bal. Door te trappen verander je ook de **snelheid** van de bal.



▲ **afbeelding 1**
Door de trap veranderen de richting en de snelheid van de bal.



▲ **afbeelding 2**
botsauto's op de kermis

Als je tegen de bal trapt, verandert heel even de **vorm** van de bal. In de bal komt een kleine deuk. Die deuk verdwijnt meteen als de bal loskomt van je voet.

De richting, de snelheid en de vorm van de bal veranderen door de **kracht** die je uitoefent op de bal. Kracht gebruik je om iets in beweging te brengen.



▲ **afbeelding 3**
De vorm van de auto is veranderd door de kracht van de botsing.

Bij een **botsing** heb je te maken met krachten.

- In de botsauto's op de kermis (afbeelding 2): door de botsing veranderen de snelheid en de richting van de botsauto. Ook de vorm van de rubberen stootband verandert heel even.
- Bij een auto-ongeluk (afbeelding 3): door een botsing veranderen de snelheid en de richting van de auto. De vorm van de auto is ook veranderd.

Krachten kun je niet zien. De **uitwerking** van een kracht kun je soms wel zien. Bijvoorbeeld:

- Je trapt tegen een bal. De uitwerking van de kracht van je trap is: de bal vliegt weg.
- Je draagt je boekentas. De uitwerking van de kracht van het dragen is: de tas valt niet op de grond.

Opgaven

1 Krachten kun je WEL / NIET zien.

2 De uitwerking van een kracht kun je SOMS / ALTIJD zien.

3 Kevin heeft les in handvaardigheid. Op zijn werkbank ligt een pak zachte klei. Hij slaat met zijn hand op het pak.
De uitwerking is WEL / NIET een deuk in de klei.
Kevin heeft de kracht WEL / NIET gezien.

4 Kevin maakt de klei weer vlak. Hij slaat nog eens op de klei, maar nu harder.
Deze deuk is WEL / NIET groter.
Deze kracht ziet Kevin WEL / NIET.

5 Krachten zijn WEL / NIET altijd even groot.

6 Welke drie uitwerkingen kan een kracht hebben?

- Een kracht kan de ________________ veranderen.
- Een kracht kan de ________________ veranderen.
- Een kracht kan de ________________ veranderen.

7 Patrick neemt een hoekschop en Soumia kopt de bal in het doel.
Wat verandert als Soumia de bal kopt?
☐ A alleen de snelheid van de bal
☐ B alleen de richting van de bal
☐ C alleen de vorm van de bal
☐ D de snelheid, de richting en de vorm van de bal

8 Hoe kun je een bal een grote snelheid geven?
door HARD / ZACHT tegen de bal te trappen

9 De krachten die je gebruikt bij het voetballen, zijn WEL / NIET altijd even groot.

10 Op de kermis rijd je in een botsauto. Je vriendin rijdt in een andere botsauto.
Wat verandert als jullie auto's botsen?
☐ A alleen de snelheid
☐ B alleen de richting
☐ C alleen de vorm
☐ D de snelheid, de richting en de vorm van de botsauto

11 Bij de meeste sporten heb je met kracht te maken.
In tabel 1 staan tien sporten. Heb je bij deze sporten te maken met een grote kracht of met een kleine kracht?
Zet een kruisje in de juiste kolom.

▼ **tabel 1** grote krachten en kleine krachten

sport	grote kracht	kleine kracht
een damsteen verplaatsen bij het dammen		
met een auto botsen tegen een vangrail bij Formule 1-racen		
worstelen		
boksen		
touw-trekken		
een ping-pong-balletje oprapen		
de kracht van de motor bij motor-racen		
berg-beklimmen met veel bagage		
de schaakstukken verzetten bij schaken		
de kogel wegstoten bij kogelstoten		





Zwaartekracht

Alles wat je laat vallen, gaat recht naar de aarde toe. Dat komt doordat alle voorwerpen door de aarde worden aangetrokken.
De kracht waarmee de aarde voorwerpen aantrekt, noem je **zwaartekracht**.

Hoe zwaarder het voorwerp, hoe groter de zwaartekracht.
Bijvoorbeeld: een steen van 10 kg wordt met een grotere kracht aangetrokken dan een steen van 1 kg. De zwaartekracht hangt af van de massa die een voorwerp heeft.

Als je iemand optilt, voel je de zwaartekracht (afbeelding 4). Je hebt kracht nodig om iemand op te tillen. Dat komt omdat je tegen de zwaartekracht moet werken. De zwaartekracht trekt dus ook aan mensen.

◀ **afbeelding 4**
Door de zwaartekracht voel je hoe zwaar iemand is



▲ afbeelding 5
Door de zwaartekracht ga je op het steile stuk na de top steeds sneller.

In de achtbaan ga je op het steile stuk na de top steeds sneller naar beneden. Dat komt door de zwaartekracht (afbeelding 5).

Newton

Je koopt een kilo appels. In het dagelijks leven zeg je: “Het gewicht van de appels is 1 kilo.” Bij natuurkunde zeg je: “De massa van de appels is 1 kilogram.” Massa is een hoeveelheid. Massa geef je aan in **gram** (g). Voor grotere massa’s gebruik je **kilogram** (kg).

De massa van de appels kun je voelen door de zwaartekracht. Als je de appels optilt, voel je het gewicht van de appels. Gewicht is een ander woord voor zwaartekracht. De eenheid voor gewicht of zwaartekracht is **newton**. Een voorwerp met een massa van 100 g heeft een zwaartekracht van 1 newton. Newton kort je af met **N**.

Een voorwerp met een massa van 1 kg heeft een zwaartekracht van 10 N.
Reken maar na: 1 kg = 1000 g = 10 × 100 g.
Dus de zwaartekracht van een massa van 1 kg = 10 × 1 N = 10 N.

De eenheid newton gebruik je ook voor alle andere krachten, bijvoorbeeld trekkracht en spierkracht.

Proef 1 Zwaartekracht

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 statief-voet
- ☐ 1 statief-stang
- ☐ 2 statief-klemmen
- ☐ 1 klemhaak
- ☐ 1 spiraalveer met wijzer (met veer-constante 10 N/m)
- ☐ 5 massa-blokjes van 20 gram
- ☐ 1 maatlat van 30 cm

Uitvoering

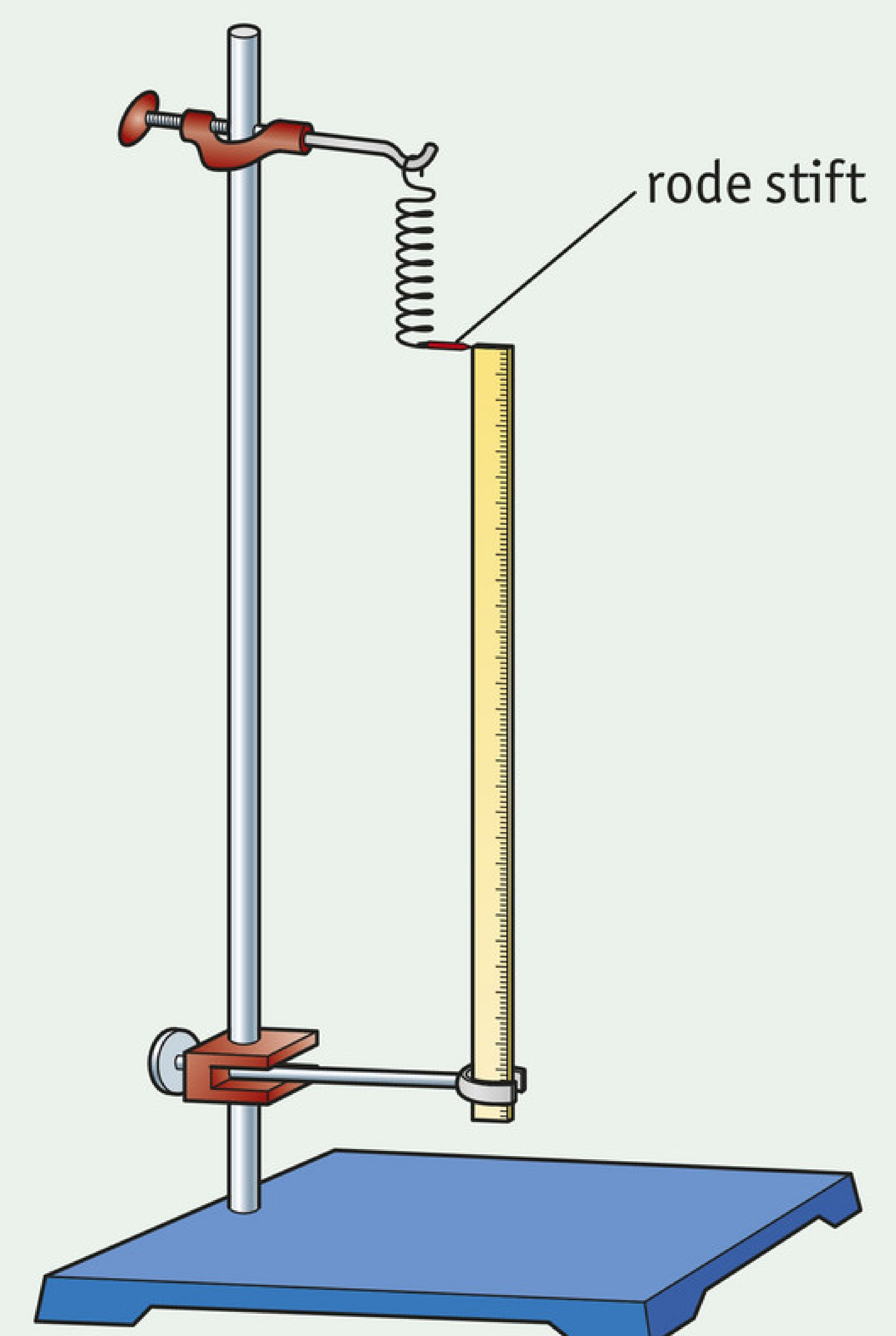
- Maak de opstelling van afbeelding 6.

Aan de veer zit een rode stift. Dit is de wijzer.
- Zet de rode wijzer gelijk met de 0 van de maatlat.

1 Er hangt nog niets aan de veer. De veer is daarom niet uitgerekt.

De wijzer van de veer geeft op de maatlat een stand aan van ____ mm.

- Hang een massa-blokje van 20 gram aan de veer.
- Kijk goed naar de rode wijzer van de veer.



▲ afbeelding 6
de opstelling van proef 1

2 De wijzer zakt WEL / NIET een stukje naar beneden.

3 De wijzer van de veer geeft op de maatlat aan hoeveel de veer uitrekt.
Hoeveel mm is de veer uitgerekt?

______ mm

- Hang nog een massa-blokje aan de veer.
- Lees weer af hoeveel mm de veer is uitgerekt.

4 Hoeveel mm is de veer uitgerekt?

______ mm

- Hang nu één voor één de andere massa-blokjes aan de veer.
- Lees telkens af hoeveel de veer uitrekt en vul dat in bij vraag 5.

5 Bij drie massa-blokjes is de uitrekking ________ mm.

Bij vier massa-blokjes is de uitrekking ________ mm.

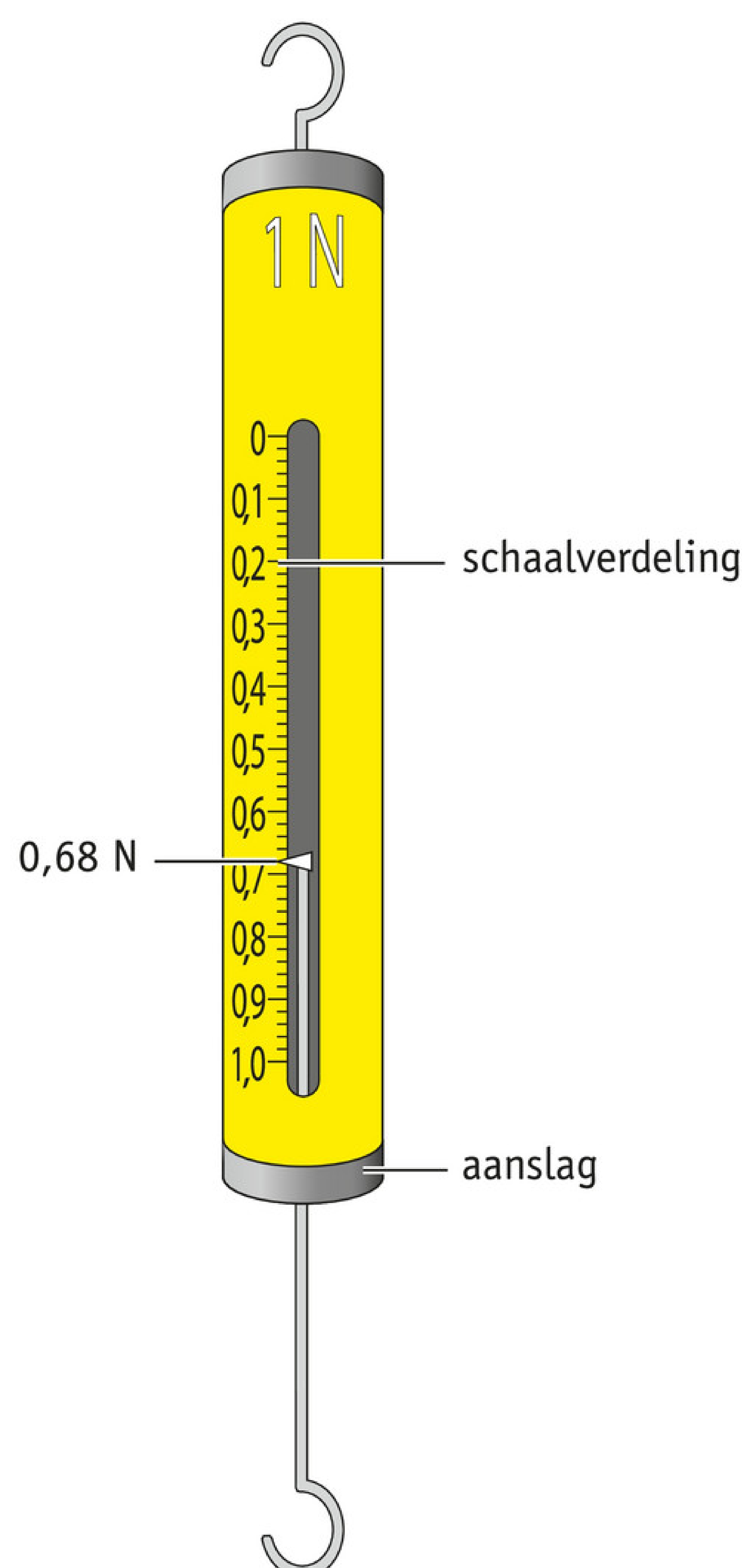
Bij vijf massa-blokjes is de uitrekking ________ mm.

6 Door welke kracht wordt de veer uitgerekt?

door ________________________

7 Hoe groter de kracht op de veer, hoe MEER / MINDER de veer uitrekt.

- Ruim alles netjes op.



Krachtmeter

Een kracht kun je meten met een **krachtmeter** (afbeelding 7).
De krachtmeter heeft een schaalverdeling waarop je de kracht kunt aflezen. De meter van afbeelding 7 meet een kracht van 0,68 N.
Deze schaalverdeling gaat van 0 tot 1 N. Om een grotere kracht dan 1 N te meten, heb je een meter nodig met een sterkere veer.
Bijvoorbeeld een krachtmeter van 5 N of van 10 N.

◀ **afbeelding 7**
een krachtmeter van 1 N

Proef 2 De eenheid newton

Wat je nodig hebt
- ☐ 1 statief-voet
- ☐ 1 statief-stang
- ☐ 1 statief-klem
- ☐ 1 haak
- ☐ 1 krachtmeter van 1 N
- ☐ 6 massa-blokjes van 20 gram

Uitvoering
- Bekijk de schaalverdeling van de krachtmeter goed.

1 Boven aan de meter staat 1 N.

Wat betekent 1 N? ______________

2 Newton is de eenheid van __________.

- Houd met één hand de haak aan de bovenkant van de krachtmeter vast.
- Pak met je andere hand de haak aan de onderkant van de krachtmeter vast.
- Trek aan de krachtmeter tot de wijzer 1 N aangeeft.
- Probeer voorzichtig de krachtmeter verder uit te rekken.

3 Je kunt de krachtmeter WEL / NIET veel verder uitrekken dan de stand 1 N.

- Maak de opstelling van afbeelding 8, maar hang nog geen massa-blokje aan de krachtmeter.

4 De krachtmeter staat WEL / NIET op 0 N.

- Hang één massa-blokje van 20 gram aan het haakje van de krachtmeter.
- Kijk goed wat er gebeurt.

5 De krachtmeter rekt EEN STUKJE / HELEMAAL uit.

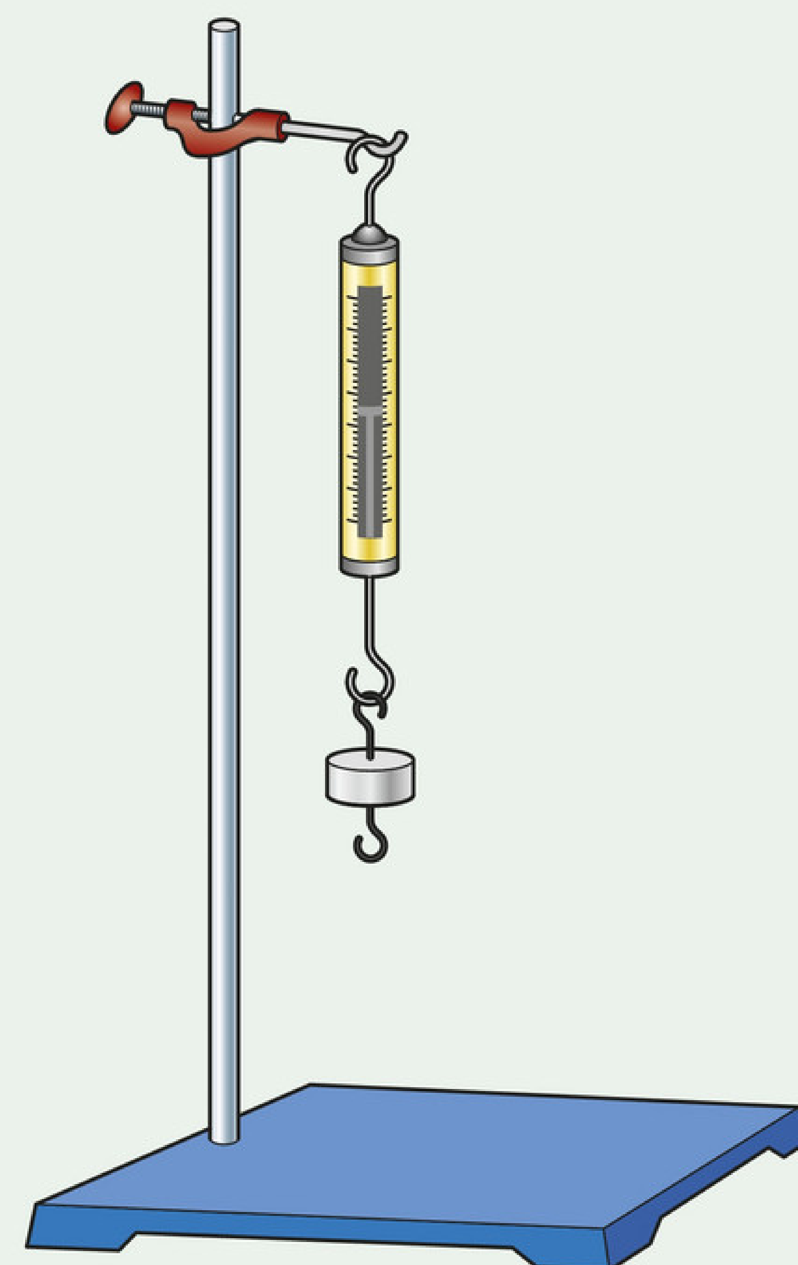
- Hang massa-blokjes aan de krachtmeter tot de krachtmeter 1 N aangeeft.

6 Hoeveel massa-blokjes van 20 gram heb je nodig voor een kracht van 1 N?

_____ massa-blokjes

7 Hoeveel gram heb je nodig voor een kracht van 1 N?

_______ gram



▲ **afbeelding 8**
de opstelling van proef 2

- Hang in totaal zes massa-blokjes van 20 gram aan de krachtmeter.

8 Hoe ver rekt de krachtmeter uit?
- ☐ A De krachtmeter rekt uit tot 1,2 N.
- ☐ B De krachtmeter rekt uit tot precies aan het einde van de schaalverdeling van 1 N.
- ☐ C De krachtmeter rekt uit tot hij niet meer verder kan.

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

12 Zwaartekracht kun je meten met een ____________________.

13 Een blokje heeft een massa van 100 gram.
Hoe groot is de zwaartekracht van dit blokje?

________________________.

14 Newton kort je af met ____.

+15 Je kunt 1 newton dus ook schrijven als _______.

16 Vul in.

200 gram	=	________	N	2 kilogram	=	________	N
500 gram	=	________	N	5 kilogram	=	________	N
800 gram	=	________	N	2,5 kilogram	=	________	N
1500 gram	=	________	N	1,9 kilogram	=	________	N
750 gram	=	________	N	0,3 kilogram	=	________	N

Spierkracht

Je hebt veel verschillende krachten. Aan de naam van de kracht zie je meestal wat voor kracht het is. **Spierkracht** is de kracht van mensen en dieren (afbeelding 9). Deze kracht komt uit de spieren. Om een bal weg te trappen, heb je spierkracht nodig.



▲ **afbeelding 9**
Door de spierkracht van de honden gaat de slee vooruit.



▲ **afbeelding 10**
Je voelt windkracht als je tegen de wind in moet fietsen.

Windkracht

Als je tegen de wind in moet fietsen, voel je de **windkracht** (afbeelding 10). Windkracht wordt gebruikt bij zeilen en surfen. Ook windmolens maken gebruik van windkracht. Door de kracht van harde wind kunnen zelfs grote bomen omwaaien.



▲ **afbeelding 11**
Een polsstok is heel veerkrachtig.

Veerkracht

Je springt op een trampoline. Door de **veerkracht** van de trampoline spring je hoger. Een polsstok-hoogspringer gebruikt de veerkracht van zijn stok (afbeelding 11). Daardoor kan hij zo hoog springen. Een elastiekje heeft ook veerkracht. Met een elastiekje kun je iets wegschieten.



▲ **afbeelding 12**
een stuwmeer achter een stuwdam

Waterkracht

Stromend water heeft kracht. Met **waterkracht** kun je elektriciteit opwekken. Bijvoorbeeld in een stuwdam. Het water wordt tegengehouden door een grote muur (afbeelding 12). Dat is de stuwdam. Aan één kant van de muur is een groot meer. Het water uit het meer stroomt via buizen in de muur met kracht naar beneden.

Onder in de muur zitten grote **water-turbines**. Een water-turbine is een machine die gaat draaien als er water doorheen stroomt. Aan de turbines zijn generatoren gekoppeld die ook gaan draaien. De generatoren maken elektriciteit.

Magnetische kracht

Een magneet trekt ijzer aan met **magnetische kracht**. Je voelt de kracht van de magneet als je het ijzer van de magneet af trekt. Schroot en oude auto's worden verplaatst met een grote magneet aan een hijskraan (afbeelding 13).



▲ **afbeelding 13**
Schroot kun je verplaatsen met een grote magneet.

De magneet aan de hijskraan is een **elektro-magneet**. Het handige van een elektro-magneet is dat je hem aan en uit kunt zetten. Als je de stroom uitschakelt, is hij niet meer magnetisch. Het ijzer valt dan van de magneet af.

Mechanische kracht

Een hijskraan, een bulldozer en een graafmachine leveren **mechanische kracht** (afbeelding 14). De kracht van machines is mechanische kracht. De motor van de machine maakt mechanische kracht. Auto's kunnen rijden door de mechanische kracht van de motor.



▶ **afbeelding 14**
Een bulldozer kan heel veel zand verplaatsen met mechanische kracht.

Opgaven

17 Is er maar één soort kracht?
- ☐ A Ja, alle krachten zijn hetzelfde.
- ☐ B Nee, er zijn meer soorten krachten.
- ☐ C Nee, dat hangt van de plaats af.
- ☐ D Ja, dat is de spierkracht.

18 Waardoor kan spierkracht worden uitgeoefend?
- ☐ A alleen door mensen
- ☐ B alleen door dieren
- ☐ C door mensen en dieren
- ☐ D door mensen, dieren en machines

19 Door welke kracht kan een polsstok-hoogspringer zo hoog springen?
- ☐ A alleen door de spierkracht van zijn benen
- ☐ B door de zwaartekracht
- ☐ C door de veerkracht van de polsstok
- ☐ D door een trampoline

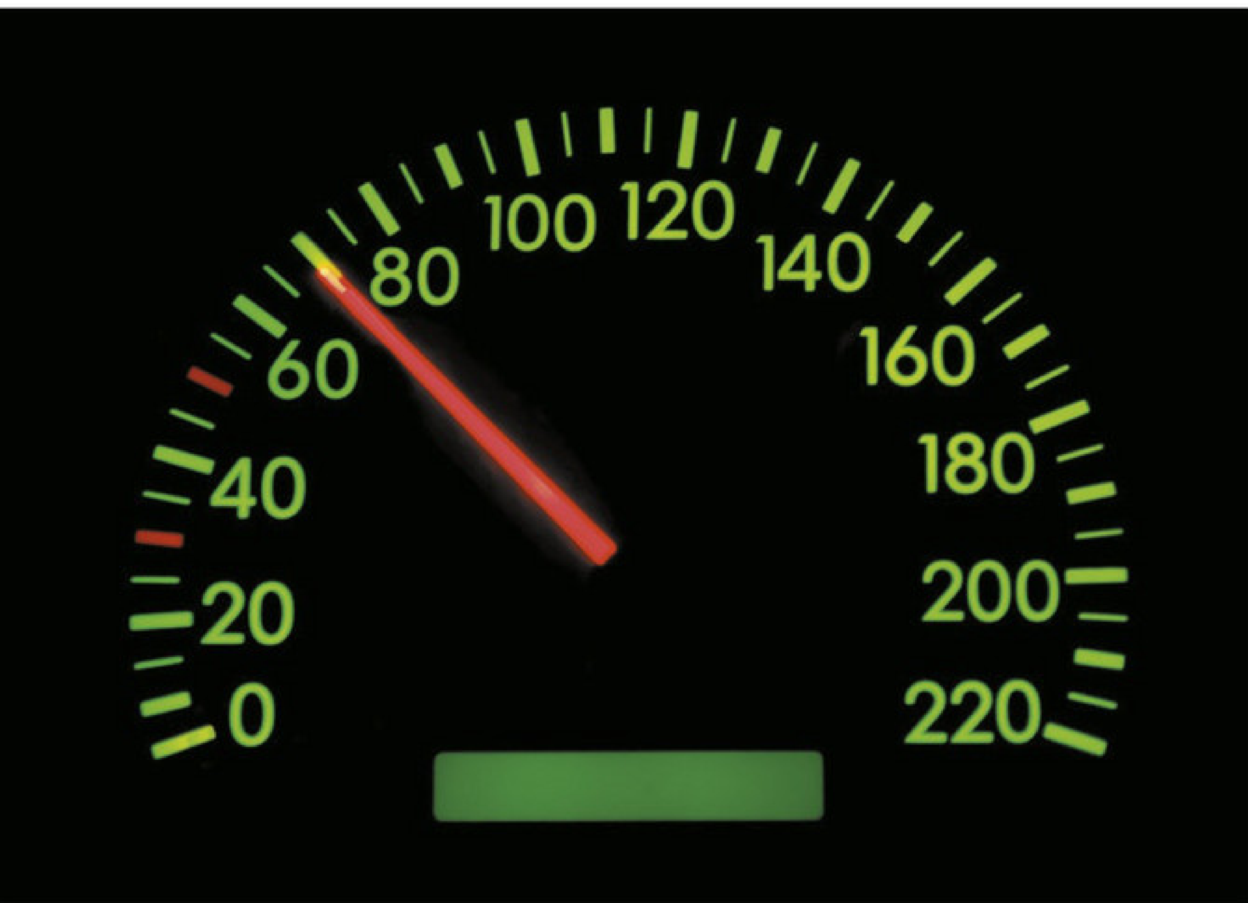
20 Links staan zeven voorbeelden waar kracht wordt gebruikt. Rechts staan zeven krachten.
Trek een lijn van het voorbeeld naar de kracht die wordt gebruikt.

de kracht waarmee een hond een slee vooruit trekt ○	○ windkracht
de kracht van een stuwmeer ○	○ zwaartekracht
de kracht waardoor schroot aan de hijskraan van afbeelding 13 blijft hangen ○	○ waterkracht
de kracht van een trampoline ○	○ spierkracht
de kracht die de motor van een auto levert ○	○ magnetische kracht
de kracht waardoor een zeilboot kan varen ○	○ mechanische kracht
de kracht waarmee de aarde aan voorwerpen trekt ○	○ veerkracht

Onthouden!

Een kracht kun je niet zien.
De uitwerking van een kracht kun je soms wel zien.
Met kracht kun je de richting, de snelheid en de vorm van een voorwerp veranderen.
Massa is een hoeveelheid.
De eenheid van massa is gram (g) of kilogram (kg).
De kracht waarmee de aarde een voorwerp aantrekt, noem je de zwaartekracht.
De zwaartekracht hangt af van de massa van het voorwerp.
Gewicht is een ander woord voor zwaartekracht.
De eenheid van kracht is newton (N).
1 kg = 10 N
Je hebt verschillende soorten krachten:
- zwaartekracht
- spierkracht
- windkracht
- veerkracht
- waterkracht
- magnetische kracht
- mechanische kracht

2 Snelheid



▲ **afbeelding 15**
de snelheids-meter van een auto

Een fiets gaat sneller dan een wandelaar. Een scooter gaat sneller dan een fiets. Een auto gaat nog sneller.

Eenheid van snelheid

Een auto rijdt sneller dan een fiets. Je kunt ook zeggen: de **snelheid** van de auto is groter dan de snelheid van een fiets. Een auto kan in één uur een grotere afstand afleggen dan een fiets. Op de snelheids-meter van een auto kun je zien hoe snel de auto rijdt (afbeelding 15). De auto rijdt met een snelheid van 70 kilometer per uur.

Gemiddelde snelheid

De snelheid van een auto is niet de hele tijd hetzelfde. Bij een stoplicht gaat de auto langzamer rijden of zelfs stoppen. Op de snelweg gaat de auto sneller dan in de stad. Daarom spreek je in het verkeer over **gemiddelde snelheid**. Ook bij fietsen of lopen heb je een gemiddelde snelheid. De gemiddelde snelheid bij fietsen is ongeveer 16 km/h.

Gemiddelde snelheid kun je uitrekenen als je de afstand en de tijd weet. Bijvoorbeeld: je gaat met je ouders op vakantie met de auto. Jullie rijden een afstand van 360 kilometer. De reis duurt zes uur. Je rijdt dus 360 kilometer in zes uur. In 1 uur rijd je dan 360 : 6 = 60 kilometer. Je rijdt dus 60 kilometer per uur. Je zegt dan: de gemiddelde snelheid is 60 kilometer per uur.

De eenheid voor snelheid is **kilometer per uur**.
Je kunt dit afkorten met **km/h**.
De betekenis van de afkorting is:
km = kilometer
/ = per
h = uur (in het Engels hour)

In het voorbeeld moest je 360 kilometer delen door 6 uur. Bij het berekenen van de snelheid moet je de afstand delen door de tijd.

Gemiddelde snelheid is de afstand gedeeld door de tijd.

Je kunt dit ook opschrijven als een **formule**:

gemiddelde snelheid = afstand : tijd

Of anders geschreven:

$$\text{gemiddelde snelheid} = \frac{\text{afstand}}{\text{tijd}}$$

Voorbeeld
Een auto rijdt een afstand van 345 km. De auto doet daar 3 uur over. Hoe groot is de gemiddelde snelheid van de auto?
Schrijf eerst de formule op:

$$\text{gemiddelde snelheid} = \frac{\text{afstand}}{\text{tijd}}$$

$$\text{gemiddelde snelheid} = \frac{345\ \text{km}}{3\ \text{h}} = 115\ \text{km/h}$$

Hardlopen is een sport bij atletiek. De afstand tussen start en finish is vaak kort, bijvoorbeeld 100 meter (afbeelding 16). Deze afstand meten ze niet in kilometers, maar in meters. De tijd meten ze niet in uur, maar in seconden.



▶ **afbeelding 16**
Topsprinters lopen de 100 meter in minder dan 10 seconden.

Een sprinter loopt de 100 meter in 12,5 seconden. Je wilt de gemiddelde snelheid weten. Je gebruikt daarvoor de formule:

$$\text{gemiddelde snelheid} = \frac{\text{afstand}}{\text{tijd}}$$

$$\text{gemiddelde snelheid} = \frac{100\ \text{meter}}{12{,}5\ \text{seconde}} = 8\ \text{meter per seconde}$$

In dit voorbeeld is de eenheid voor snelheid **meter per seconde**.
Je kunt dit afkorten met **m/s**.
De betekenis van de afkorting is:
m = meter
/ = per
s = seconde

Opgaven

21 Je rijdt met je vader mee in de auto.
Hoe weet je de snelheid van de auto?

Dat zie je op de ______________________ .

22 Welke eenheid gebruik je voor de snelheid van een auto? Schrijf de eenheid voluit.

____

23 Hoe mag je de eenheid voor de snelheid van een auto afkorten?

____

24 Vul in.

- km is de afkorting van ______________________
- / is de afkorting van ______________________
- h is de afkorting van ______________________
- km/h is de afkorting van ______________________

25 De gemiddelde snelheid van een scooter is 35 km/h.

Dat betekent: in een uur rijdt de scooter ______________ .

26 Kijk nog eens naar de snelheids-meter van afbeelding 15.
Wat is de snelheid van de auto? Schrijf ook de eenheid op.

____

27 Sidney fietst in een uur 24 km.
Wat is de gemiddelde snelheid van Sidney?

____

+28 Een sprinter loopt de 200 meter in 25 seconden. Hoe groot is zijn gemiddelde snelheid in m/s?
Schrijf eerst de formule op in woorden.

gemiddelde snelheid = ____________ / ______

gemiddelde snelheid = ________ meter / ______ seconde = ____ meter per seconde

+29 Debby rijdt met haar auto 180 km in drie uur.
Wat is de gemiddelde snelheid van Debby?
Vul eerst de woorden van de formule in:

gemiddelde snelheid = ____________ / ______

gemiddelde snelheid = ________ km / ____ h = ______ km/h

+30 In de winter zijn veel schaatswedstrijden. Eén van de afstanden is de 500 m.
Op een dag rijdt Sven de 500 m in 40 s. Hoe groot is zijn gemiddelde snelheid in m/s?
Schrijf eerst de formule op in woorden.

____________________ = ____________ / ______

____________________ = ________ m / ______ s = ________ m/s

+31 Arno fietst in twee uur 40 km. Wat is de gemiddelde snelheid van Arno?

____

Versnellen en vertragen

Je stapt op de fiets om naar school te gaan. Je begint te trappen. Je duwt hard op de trappers om genoeg snelheid te krijgen (afbeelding 17). Je gaat dus steeds sneller fietsen. Dit noem je een **versnelde beweging**. Bij een versnelde beweging wordt de snelheid groter.

Als je genoeg snelheid hebt, ga je minder hard trappen. Je duwt precies hard genoeg om dezelfde snelheid te houden. Je snelheid blijft nu de hele tijd hetzelfde. Dit noem je een **eenparige beweging**. Bij een eenparige beweging verandert de snelheid niet.

Als je op school aankomt, rem je af. Je snelheid wordt kleiner totdat je stilstaat. Dit noem je een **vertraagde beweging**. Bij een vertraagde beweging wordt de snelheid kleiner.



▲ **afbeelding 17**
Door hard duwen op de trappers ga je sneller.

Opgaven

32 Hoe noem je een beweging waarbij de snelheid niet verandert?
- ☐ A eenparige beweging
- ☐ B blijvende beweging
- ☐ C dezelfde beweging
- ☐ D maximum snelheid

33 Hafid stapt op zijn scooter en geeft gas. Zijn snelheid wordt groter.
Hoe noem je een beweging waarbij de snelheid groter wordt?
- ☐ A optrekkende beweging
- ☐ B versnelde beweging
- ☐ C snelle beweging
- ☐ D aanhoudende beweging

34 Onder het rijden geeft Hafid precies zoveel gas dat de snelheid eenparig is.
Wat kun je van deze snelheid zeggen?
- ☐ A De snelheid wordt groter.
- ☐ B De snelheid verandert niet.
- ☐ C De snelheid wordt kleiner.
- ☐ D De snelheid wordt nul.

35 Hafid moet afremmen omdat iemand de weg oversteekt. Zijn snelheid wordt daardoor kleiner.
Hoe noem je een beweging waarbij de snelheid kleiner wordt?
- ☐ A stoppende beweging
- ☐ B langzame beweging
- ☐ C vertraagde beweging
- ☐ D ingehouden beweging

Onthouden!

De gemiddelde snelheid is de afstand gedeeld door de tijd.

$$\text{gemiddelde snelheid} = \frac{\text{afstand}}{\text{tijd}}$$

De eenheid van snelheid is kilometer per uur of meter per seconde.
Kilometer per uur kort je af als km/h.
Meter per seconde kort je af als m/s.
Bij een versnelde beweging wordt de snelheid groter.
Bij een eenparige beweging blijft de snelheid gelijk.
Bij een vertraagde beweging wordt de snelheid kleiner.

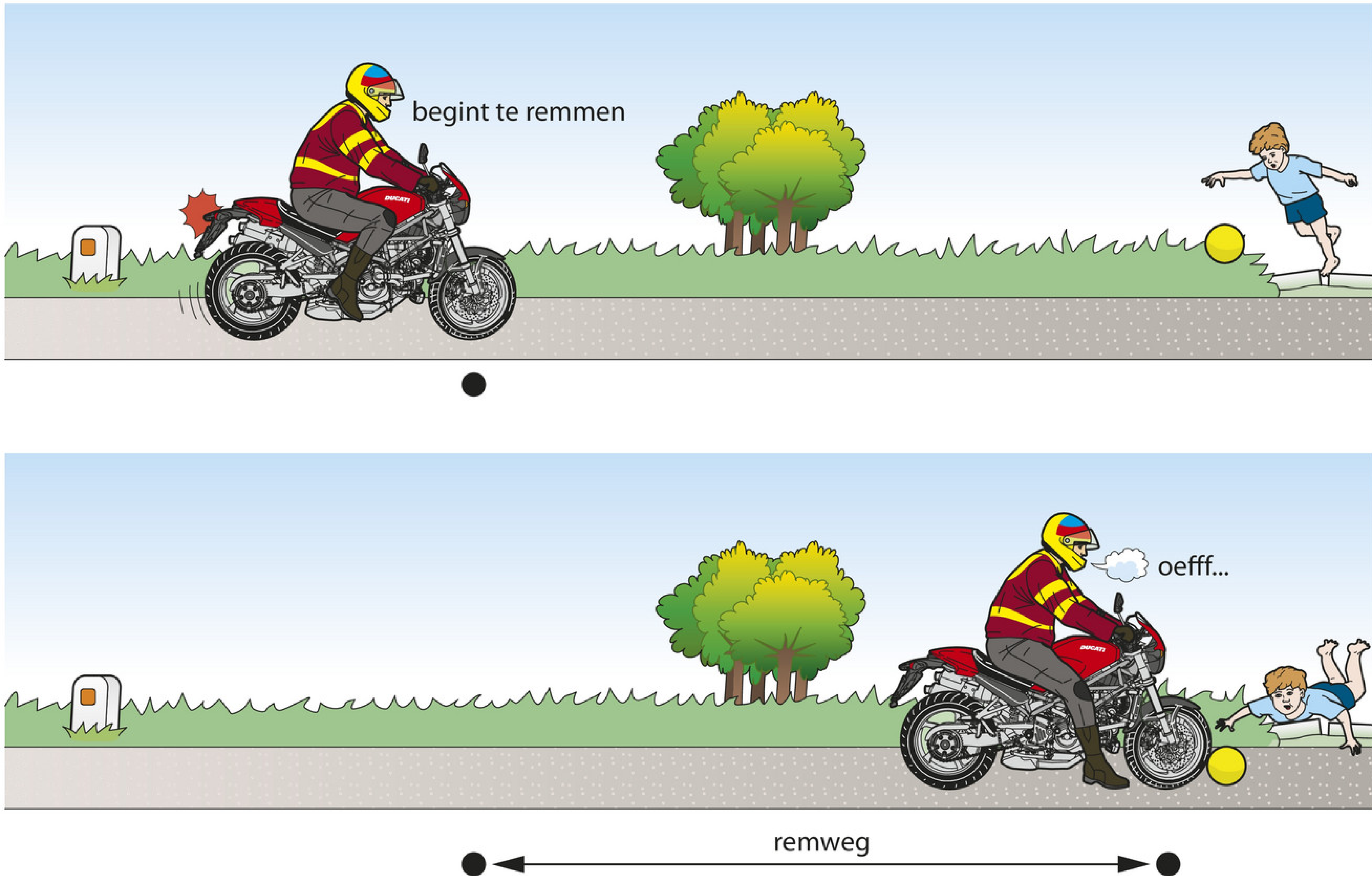
3 Veilig rijden

In het verkeer is het vaak druk met al die auto's, fietsen, scooters en voetgangers. Veiligheid in het verkeer is daarom belangrijk.

Remweg

Een motor rijdt langzaam door de straat. Plotseling rent een jongen met een voetbal de straat op. De motor moet remmen. Hij staat na enkele meters stil. Als hij harder reed, zou hij minder snel stilstaan.

Het remmen duurt langer als je harder rijdt. Je legt dan een grotere afstand af voordat je stilstaat. Je zegt: de **remweg** is langer. De remweg is de afstand die je nodig hebt tot je stilstaat (afbeelding 18).



▶ **afbeelding 18** de remweg

Je remweg is niet altijd even lang. Als het regent, is je remweg langer. Als je banden versleten zijn, is de remweg ook langer. Het belangrijkste voor de remweg is je snelheid.

In tabel 2 zie je dat de remweg van een auto te maken heeft met de snelheid. De remweg is gemeten bij verschillende snelheden van de auto. De snelheid staat in kilometer per uur (km/h). De remweg staat in meters (m).

▼ **tabel 2** De remweg hangt af van de snelheid.

snelheid (km/h)	remweg (m)
10	1
20	4
30	9
40	16
50	25
60	36

Andere dingen waardoor de remweg verandert, zijn:
- de remmen
  Met goede remmen is de remweg kort. Als de remmen slecht werken, is de remweg langer.
- de massa
  Als je alleen op je fiets zit, sta je snel stil. Zit er iemand achterop, dan duurt het langer. Dat komt door de grotere massa op je fiets. De remweg wordt langer als de massa groter is.
- de weg en de banden
  Je remweg is langer als de weg glad is door regen, sneeuw of ijzel. Ook met versleten banden heb je een langere remweg.

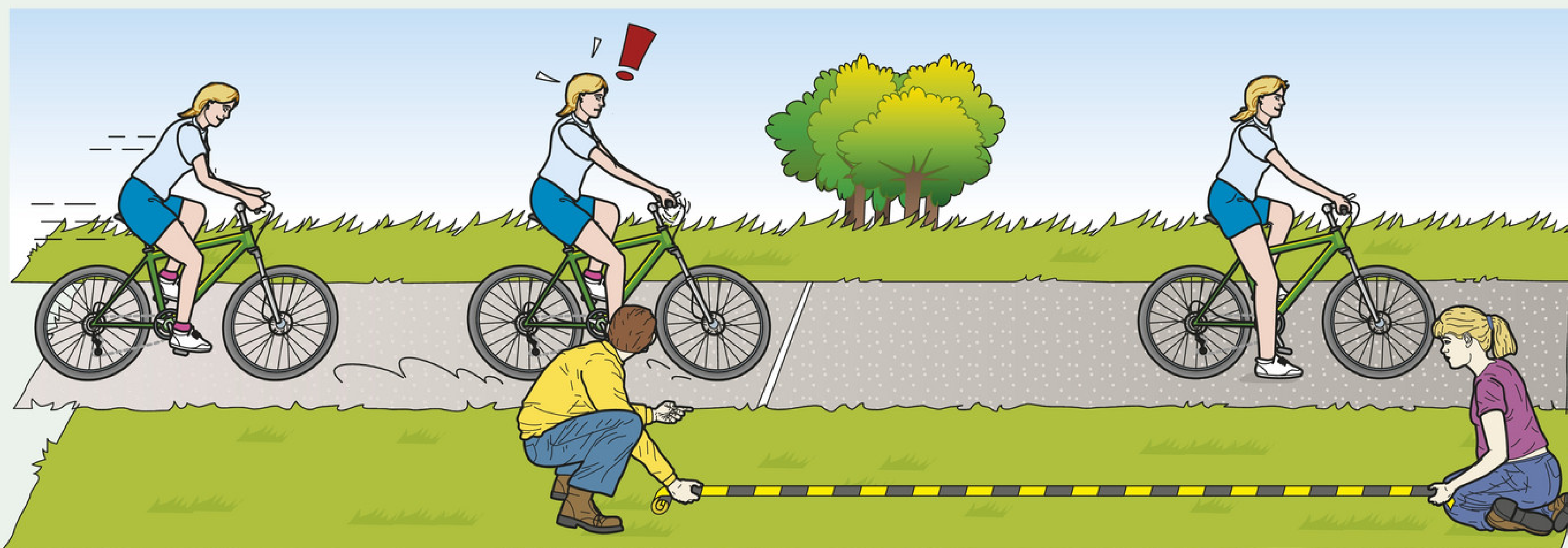
Proef 3 De remweg van een fiets meten

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 fiets met hand-remmen en een snelheids-meter
- ☐ 1 vlak stuk veilige weg (bijvoorbeeld schoolplein of parkeerplaats)
- ☐ 1 meetlint van 50 m

Uitvoering

- Zet samen met je klasgenoten en je leraar de ‘testbaan’ uit (afbeelding 19). Je leraar vertelt je hoe dit moet.



▲ **afbeelding 19**
Proef 3: aanrijden, remmen tot stilstand en de remweg opmeten.

Let op! Bij de test moet je steeds dezelfde remkracht hebben.
Daarvoor moet je de remmen goed afstellen.
Dat doe je samen met je leraar.

- Stel samen met je leraar de remmen van de fiets af (bijvoorbeeld met blokjes onder de handvatten).

Jullie doen de proef op de volgende manier:
- Jij rijdt in de richting van de streep.
- Je snelheid moet constant 10 km/h zijn.
- Precies op de streep begin je met remmen totdat je stilstaat.
- Je klasgenoten meten de remweg.

- Schrijf de remweg op de juiste plaats in kolom 2 van tabel 3.
- Doe de test met de andere snelheden uit de tabel.
- Vul bij alle snelheden de remweg in.

1 Is de remweg steeds even groot?
JA / NEE

2 Als de snelheid klein is, is de remweg GROOT / KLEIN.

3 Als de snelheid 2× zo groot is, is de remweg MEER DAN / MINDER DAN 2× zo groot.

4 De remweg hangt WEL / NIET af van de snelheid.

Nu gaat iemand bij je achter op de fiets zitten.
Je gaat de remweg weer meten bij dezelfde snelheden.

- Doe dezelfde tests als toen je alleen op de fiets zat.
- Schrijf na elke test de remweg op in kolom 3 van tabel 3.

▼ **tabel 3** de remweg met een en twee personen

snelheid (km/h)	remweg (m) met een persoon	remweg (m) met twee personen
10		
15		
20		
25		
30		

5 Met twee personen op de fiets is de massa WEL / NIET groter.

6 Met twee personen op de fiets is de remweg WEL / NIET langer.

7 Bij een grotere massa is de remweg LANGER / KORTER.

+8 Andere leerlingen van je klas doen ook deze proef. Zij meten bij elke snelheid een andere remweg dan jullie.
Bedenk twee redenen waarom zij een andere remweg meten dan jullie.

– ______________________________

____

– ______________________________

____

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

36 In tabel 2 op bladzijde 68 staat boven de eerste kolom 'snelheid (km/h)'.

km/h betekent: ____________________________ .

37 In tabel 2 op bladzijde 68 staat boven de tweede kolom 'remweg (m)'.

m betekent: ___________ .

38 Wat is de remweg?
- ☐ A de afstand die je hebt afgelegd voordat je remt
- ☐ B de afstand die je hebt afgelegd tijdens het remmen
- ☐ C de weg waarop je remspoor te zien is
- ☐ D het remspoor dat je achterlaat

39 De remweg is WEL / NIET altijd even lang.

40 Een auto heeft banden die erg glad zijn.
De auto moet plotseling remmen.
De remweg is nu LANGER / KORTER dan wanneer de auto goede banden heeft.
De remweg op een droge weg is LANGER / KORTER dan op een natte weg.

41 Waaraan kun je zien of een auto nieuwe banden heeft?
Nieuwe banden hebben DIEPE / GEEN groeven.

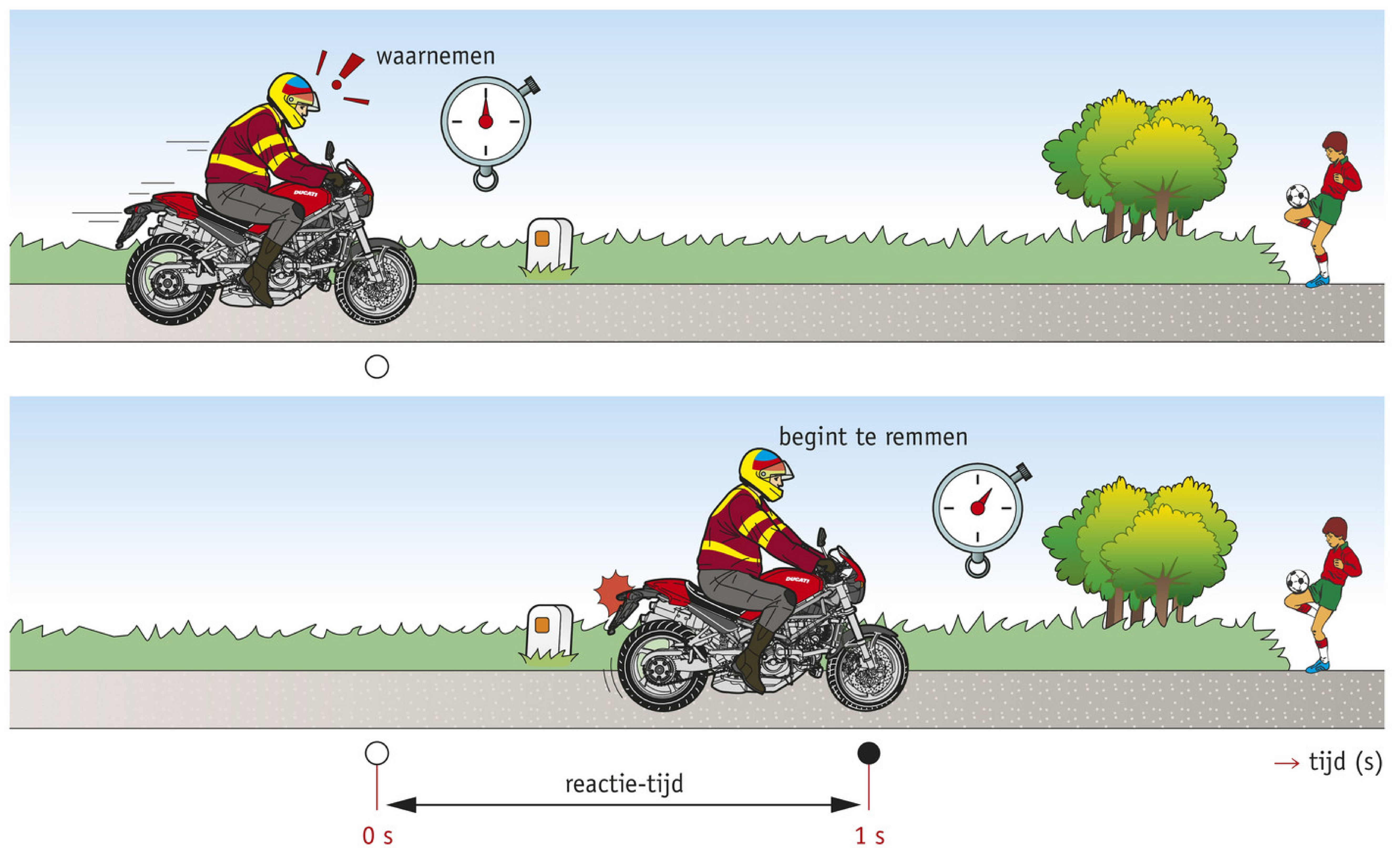
42 Je fietst naar school met je vriend achterop.
Als je moet remmen, is je remweg LANGER / KORTER dan wanneer je alleen op de fiets zit.

43 Waarom moet een vrachtauto op de snelweg langzamer rijden dan een personen-auto?
Een vrachtauto heeft WEL / NIET een grotere massa.
Daardoor heeft een vrachtauto een KORTERE / LANGERE remweg.

Reactie-tijd

De motor-rijder ziet de jongen met de voetbal voor zich op de weg (afbeelding 20). Hij denkt: "Hier moet ik voor remmen." Een seconde later begint hij te remmen. De tijd tussen het zien en het reageren is 1 seconde. Dit noem je de **reactie-tijd**. Na de reactie-tijd gaat de motor-rijder pas remmen.

▼ **afbeelding 20**
In de reactie-tijd leg je nog een afstand af.



Een reactie-tijd van 1 seconde is normaal. Soms reageer je langzamer. Dan is de reactie-tijd langer. Bijvoorbeeld:
- als je moe bent
- als je medicijnen, alcohol of drugs hebt gebruikt
- als je ouder wordt (oude mensen reageren langzamer dan jonge mensen)
- als je niet goed oplet of als je afgeleid bent

De reactie-tijd is niet altijd bij iedereen even groot. Het ligt aan de omstandigheden en aan de persoon.

Proef 4 Reactie-tijd meten

Wat je nodig hebt

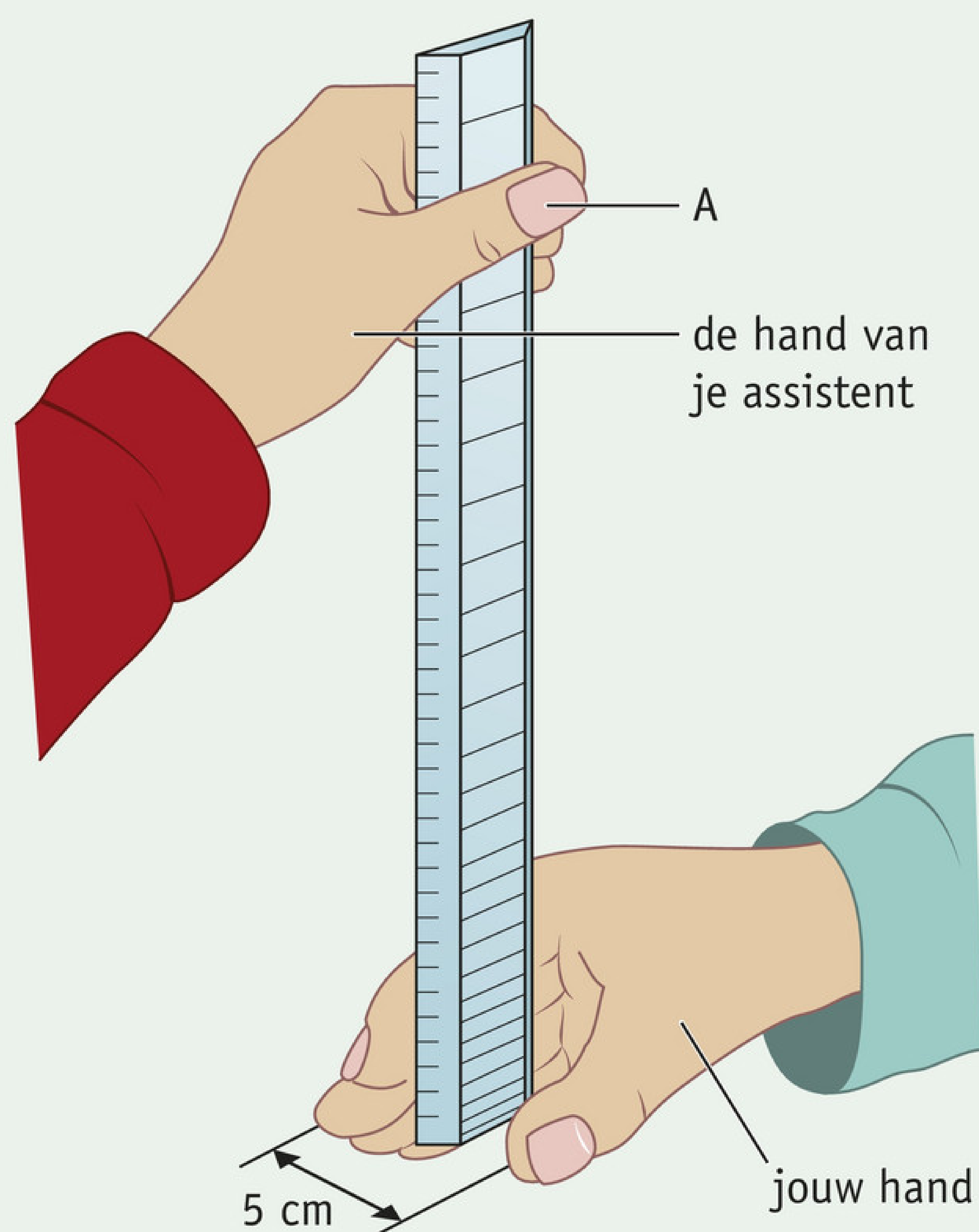
☐ 1 lat met tijd-verdeling

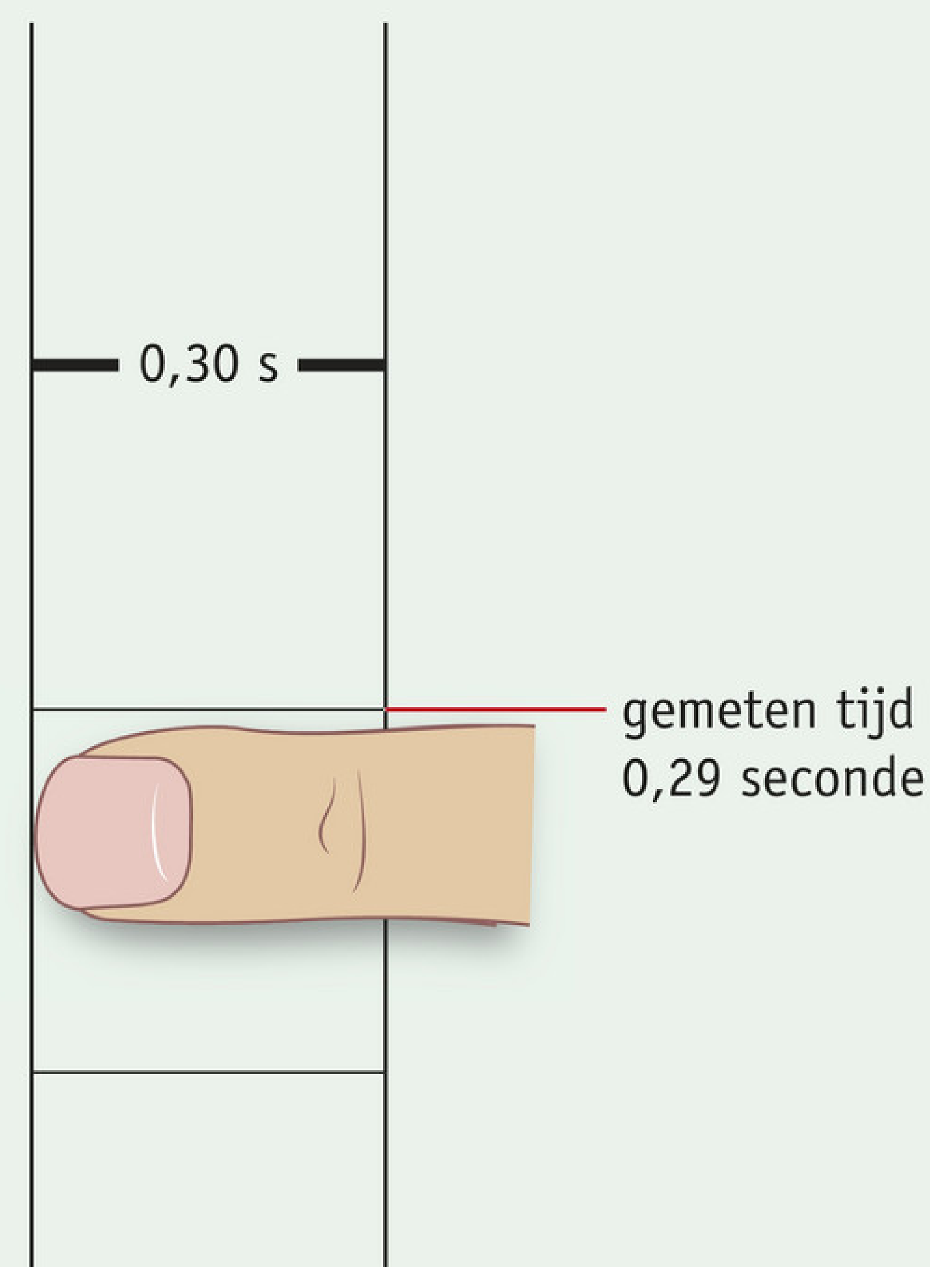
Uitvoering

Doe deze proef met z'n tweeën.
Om de beurt ben je assistent en uitvoerder.

- Vul in tabel 4 op de volgende bladzijde jouw naam in en de naam van je klasgenoot.
- Spreek af wie als eerste assistent is.
- De assistent houdt de lat bovenaan vast (A in afbeelding 21a).
- De uitvoerder houdt duim en wijsvinger 5 cm uit elkaar bij het nul-streepje onder aan de lat.
- De assistent laat de lat onverwacht los.
- De uitvoerder pakt de lat zo snel mogelijk met duim en wijsvinger.
- Lees bij de duim af hoe groot de reactie-tijd is.

In afbeelding 21b zie je een voorbeeld hoe je de tijd afleest.
In het voorbeeld is de reactie-tijd 0,29 seconde.





▲ **afbeelding 21**
reactie-tijd meten

1 Vul de reactie-tijd van de uitvoerder in bij test 1 in tabel 4.

- Doe de test nog twee keer.
- Schrijf de gemeten tijden in tabel 4 bij test 2 en bij test 3.

▼ **tabel 4** reactie-tijden bij proef 4

test	reactie-tijd van	reactie-tijd van
1	s	s
2	s	s
3	s	s

- Wissel van rol.
- De nieuwe uitvoerder doet de test ook drie keer.
- Schrijf elke keer de reactie-tijd in tabel 4.

2 Jullie hebben allebei drie keer de test gedaan.
Was de reactie-tijd steeds hetzelfde?
De reactie-tijd was WEL / NIET steeds hetzelfde.

3 Tel de reactie-tijden op die je van jezelf hebt gemeten.
Gebruik je rekenmachine.

_____ s + _____ s + _____ s = _____ s

4 Hoeveel reactie-tijden heb je opgeteld?

____ tijden

5 Deel de uitkomst van vraag 3 door 3.
Rond de uitkomst af op één cijfer achter de komma.

_____ : 3 = _____

6 Je hebt nu de gemiddelde reactie-tijd berekend.
Hoe groot was jouw gemiddelde reactie-tijd?

_____ s

7 Hoe groot was de gemiddelde reactie-tijd van je klasgenoot?

_____ s

8 Is jullie gemiddelde reactie-tijd precies hetzelfde? JA / NEE

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

44 Je gaat op je fiets naar school.
Plotseling zie je iets gebeuren waarvoor je snel moet remmen.
Dan rem je WEL / NIET op hetzelfde ogenblik.

45 De tijd tussen zien en reageren noem je ____________________.

46 Hoe lang is normaal de reactie-tijd? __________________

47 De reactie-tijd is WEL / NIET voor iedereen even lang.

48 In tabel 5 staan elf situaties met een chauffeur in het verkeer.
Heeft de chauffeur een korte of een lange reactie-tijd?
Zet in tabel 5 een kruisje in de juiste kolom.

▼ **tabel 5** De reactie-tijd kan verschillend zijn.

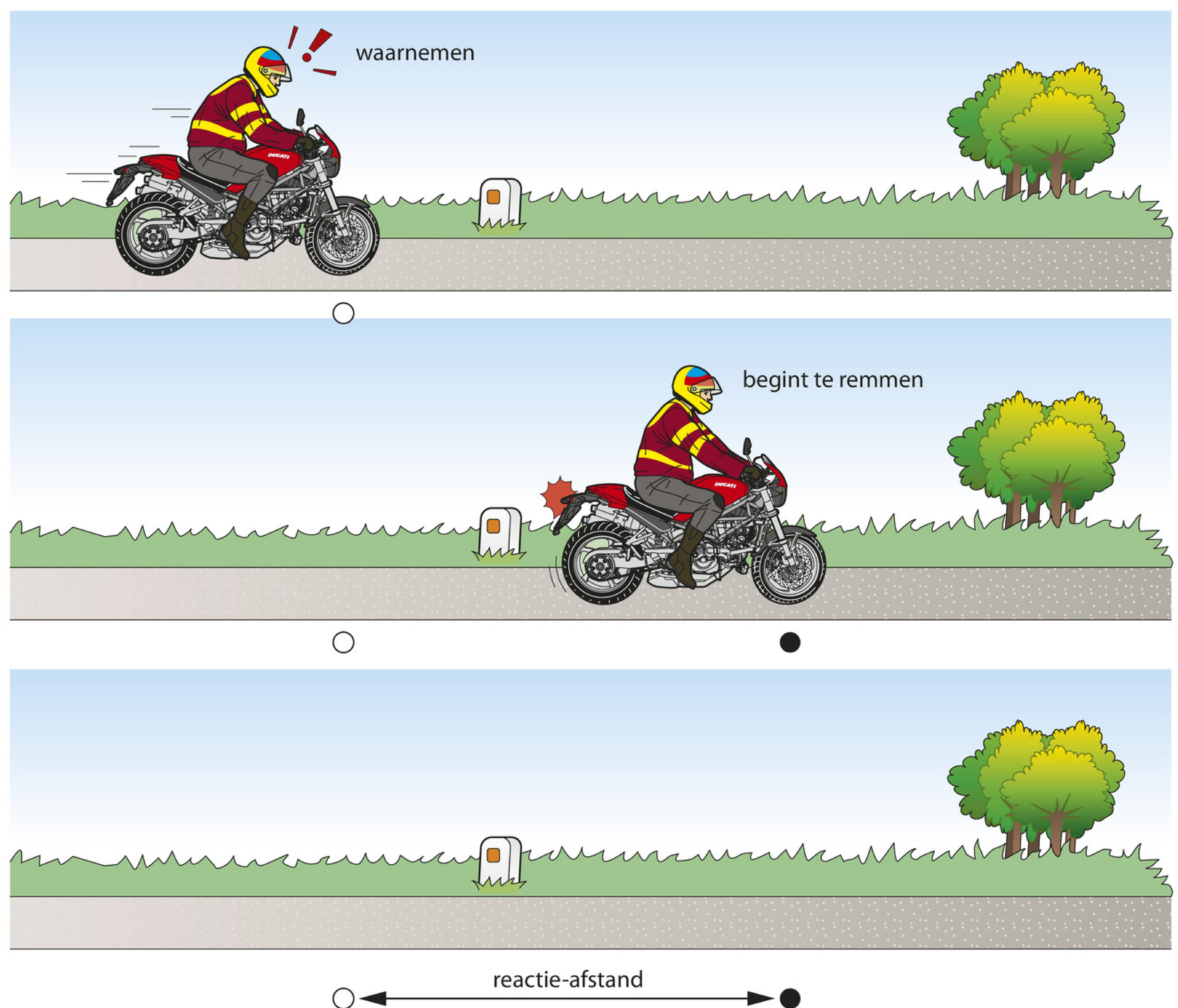
omstandigheid	korte reactie-tijd	langere reactie-tijd
De chauffeur heeft alcohol gebruikt.		
De chauffeur is goed uitgerust.		
De chauffeur is een oude persoon.		
De chauffeur heeft zware medicijnen gebruikt.		
De chauffeur zit handsfree te bellen.		
De chauffeur is erg moe.		
De chauffeur is jong en fit.		
De chauffeur heeft drugs gebruikt.		
De passagiers trappen lol met de chauffeur.		
Het is erg druk in de auto.		
De chauffeur let goed op.		

Reactie-afstand

Het duurt altijd even voordat je gaat remmen. De reactie-tijd is gemiddeld 1 seconde. Als je plotseling moet remmen, zijn twee dingen belangrijk:
- de reactie-tijd
- de snelheid

In de reactie-tijd rijdt de motor-rijder nog even hard door (afbeelding 22). Hij remt nog niet. De afstand die de motor-rijder aflegt vóór hij begint te remmen, noem je de **reactie-afstand**. De reactie-afstand is de afstand die de motor aflegt in de reactie-tijd. De reactie-afstand hangt dus af van de reactie-tijd én van de snelheid.

De reactie-tijd van de motor-rijder is 1 seconde. De motor kan in 1 seconde 10 meter afleggen, maar ook 15 of 25 meter. Dat hangt af van zijn snelheid. Als hij hard rijdt, is de reactie-afstand lang. Als hij langzaam rijdt, is de reactie-afstand kort.



▶ afbeelding 22
de reactie-afstand

Stop-afstand

De motor-rijder ziet de jongen met de voetbal de straat op lopen. De motor-rijder remt zo snel mogelijk. Maar voor hij stilstaat, legt hij nog een afstand af. Die afstand kun je in twee stukken verdelen:
- de reactie-afstand
- de remweg

De afstand van deze twee samen noem je de **stop-afstand** (afbeelding 23). Dus de stop-afstand is de reactie-afstand plus de remweg.
Je kunt dit ook schrijven als een formule:

stop-afstand = reactie-afstand + remweg

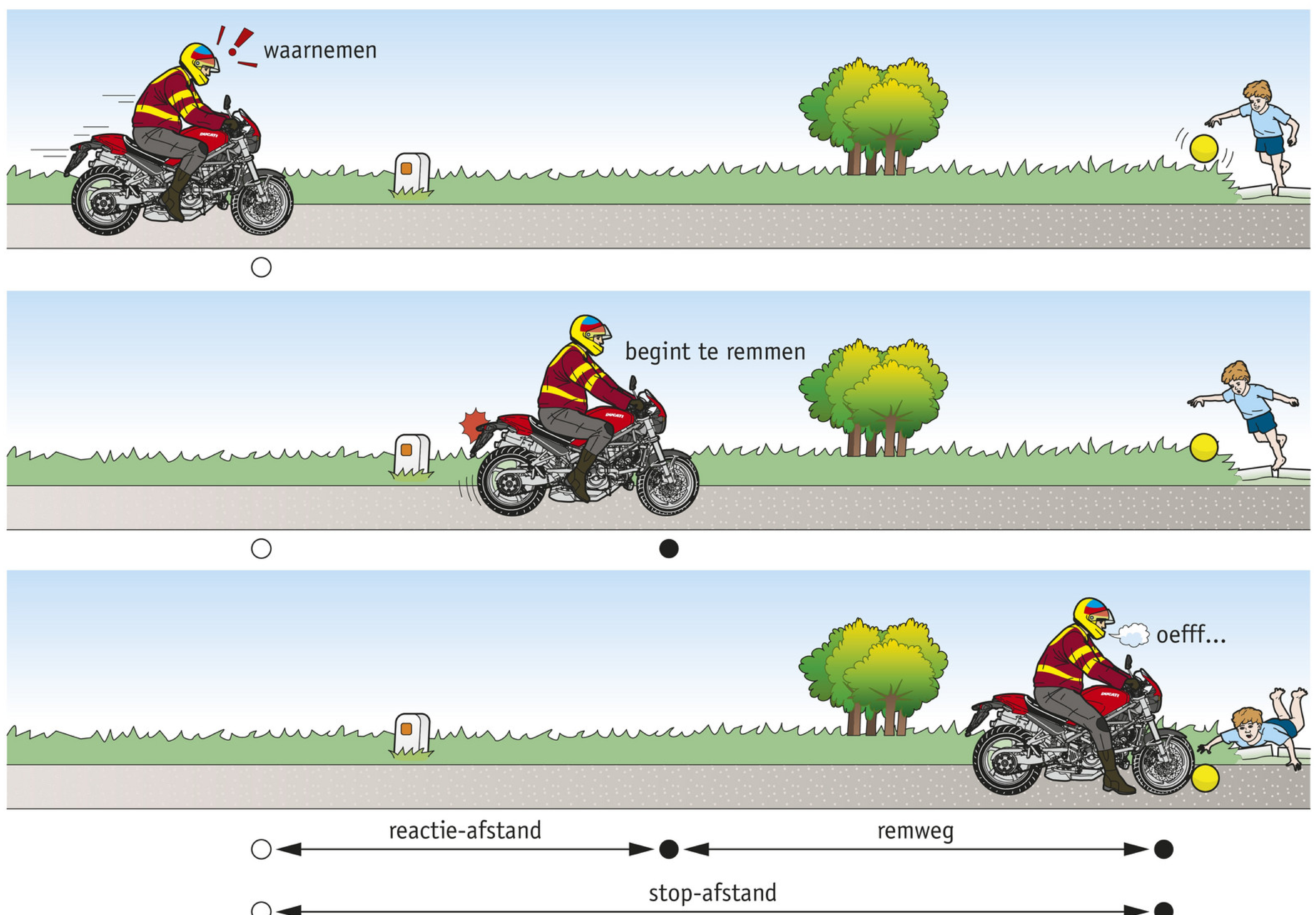
Voorbeeld
De reactie-afstand van de motor-rijder is 20 meter. Zijn remweg is 36 meter.
Wat is zijn stop-afstand?

stop-afstand = reactie-afstand + remweg

stop-afstand = 20 + 36 = 56 meter

De stop-afstand van de motor-rijder is 56 meter.

▼ **afbeelding 23**
de stop-afstand



Opgaven

49 Rem je altijd op hetzelfde moment als je het gevaar ziet?
- ☐ A Ja, dat doe ik altijd direct.
- ☐ B Ja, daar zijn mijn remmen op afgesteld.
- ☐ C Nee, want je moet eerst op je gemak nadenken.
- ☐ D Nee, want iedereen heeft een reactie-tijd.

50 Wat wordt bedoeld met de reactie-afstand?
- ☐ A Bij gevaar houd je afstand.
- ☐ B de afstand die je aflegt in de reactie-tijd
- ☐ C de lengte van je remspoor
- ☐ D de afstand waarover je de remmen moet inknijpen

51 Hoe groot is de gemiddelde reactie-tijd in het verkeer?
- ☐ A 0,1 seconde
- ☐ B 1 seconde
- ☐ C 10 seconde
- ☐ D 11 seconde

52 Tijdens de reactie-tijd blijf je nog doorrijden.
Wat kun je zeggen van de snelheid in de reactie-tijd?
- ☐ A Daar is niets van te zeggen.
- ☐ B De snelheid wordt kleiner.
- ☐ C De snelheid blijft gelijk.
- ☐ D De snelheid wordt groter.

53 Wat wordt bedoeld met de stop-afstand?
- ☐ A hetzelfde als de remweg
- ☐ B hetzelfde als de reactie-afstand
- ☐ C de remweg plus de reactie-afstand
- ☐ D de remweg min de reactie-afstand

+54 Een vrachtauto en een personen-auto rijden even hard. De auto's moeten plotseling stoppen.
De chauffeurs reageren even snel en remmen zo hard mogelijk. De stop-afstand van de vrachtauto is groter dan de stop-afstand van de personen-auto.
Hoe komt dat?
- ☐ A De vrachtauto is zwaarder en heeft daardoor een langere remweg dan een personen-auto.
- ☐ B Een vrachtauto heeft altijd een grotere reactie-afstand.
- ☐ C De vrachtauto heeft een grotere reactie-afstand en een langere remweg.

55 Welke invloed heeft de reactie-afstand op de stop-afstand?
Als de reactie-afstand groter wordt, dan wordt de stop-afstand GROTER / KLEINER.

Onthouden!

De remweg hangt af van:
- de snelheid
- de remmen
- de massa
- het wegdek
- de banden

Het duurt altijd even voordat je remt. Dat is de reactie-tijd.
De reactie-tijd is gemiddeld 1 seconde.
De reactie-afstand is de afstand die je aflegt in de reactie-tijd.
De reactie-afstand hangt af van de reactie-tijd en de snelheid.

stop-afstand = reactie-afstand + remweg

4 Veiligheid in het verkeer

In het verkeer komen veel krachten voor. Je hebt kracht nodig om vooruit te gaan en om te stoppen. Bij een ongeluk zorgen verschillende krachten voor schade of letsel.

Krachten in het verkeer

Het verkeer is vaak erg druk. Doordat mensen niet opletten of te hard rijden, gebeuren er soms ongelukken. Bijvoorbeeld een botsing. Meestal is er alleen blikschade. Soms raken mensen gewond (afbeelding 24). Veiligheid in het verkeer is daarom erg belangrijk.



▶ **afbeelding 24**
gewond door een ongeluk

Met kracht kun je de snelheid, de richting en de vorm van een voorwerp veranderen. Dat geldt ook in het verkeer. Een auto krijgt **snelheid** door de mechanische kracht van de motor. Met de kracht van de remmen verminder je de snelheid van de auto. Met stuurkracht verander je de **richting**. Door de kracht van een botsing verandert de **vorm** van de auto.

Remmen

Je rijdt hard op je fiets. Plotseling komt er een andere fietser van rechts. Je moet dan flink in de remmen knijpen. Snel afremmen kost veel kracht. Je kunt om de andere fietser heen sturen. Dat kost ook kracht.

Als je niet snel genoeg kunt stoppen, rijd je tegen elkaar aan. Door de kracht van de botsing kunnen jullie allebei gewond raken. Misschien gaat je fiets kapot. Bijvoorbeeld een slag in je voorwiel. De vorm van je wiel verandert dan door de kracht van de botsing.

Veiligheids-maatregelen

Om te voorkomen dat mensen gewond raken in het verkeer, zijn er **veiligheids-maatregelen**. Die zorgen dat het verkeer veiliger wordt.



▲ **afbeelding 25**
De kreukel-zone vangt de krachten op.

Een auto heeft een **kreukel-zone**. Het voorste deel van de auto kan de kracht van een botsing opvangen. De auto kreukelt in elkaar (afbeelding 25). Een kreukel-zone is een veiligheids-maatregel. Het induwen van de kreukel-zone kost kracht. Door die kracht wordt de auto afgeremd. De auto staat niet in één keer stil. Daardoor raken de mensen in de auto minder erg gewond.



▲ **afbeelding 26**
Het dragen van de autogordel is verplicht.

In afbeelding 26 zie je een **autogordel** of **veiligheids-gordel**. Het is voor iedereen in een auto verplicht om de gordel om te doen. De autogordel beschermt je op twee manieren:
- Bij een botsing blijf je in je stoel zitten en vlieg je niet door de voorruit.
- De gordel rekt een beetje mee. Daardoor wordt de kracht op je lichaam kleiner bij een botsing.

In de meeste auto's zit een **airbag** (afbeelding 27). Airbag is Engels voor 'luchtzak'. De airbag zit verstopt in het stuur en het dashboard. Bij een botsing wordt de airbag heel snel vol geblazen met een gas. Dat gaat in ongeveer 0,02 seconde. De airbag beschermt je bij een botsing.



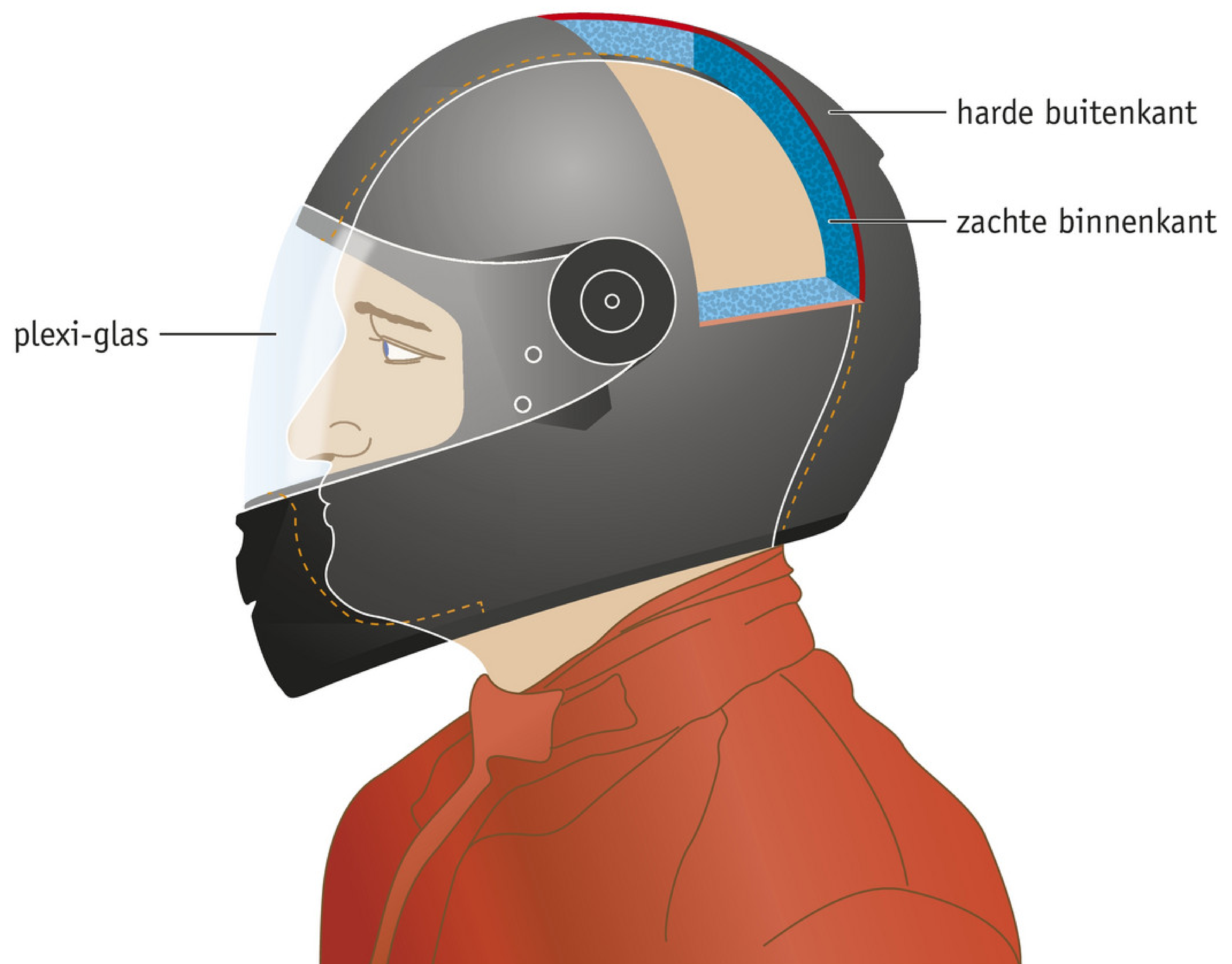
▶ **afbeelding 27**
een airbag in het stuur van de auto



▲ **afbeelding 28**
een hoofdsteun

In de auto kun je ook van achteren worden aangereden. Als dat gebeurt, klapt je hoofd met kracht naar achter. Om te voorkomen dat je nek kapot gaat, heb je een **hoofdsteun** (afbeelding 28). De hoofdsteun houdt je hoofd tegen. Zonder de hoofdsteun kunnen je nekwervels beschadigd raken.

Niet alleen in de auto heb je veiligheids-maatregelen. Ook op de scooter en op de fiets kun je jezelf beschermen. Een belangrijke bescherming op de scooter is de **valhelm** (afbeelding 29). De valhelm beschermt je tegen hoofd-letsel.



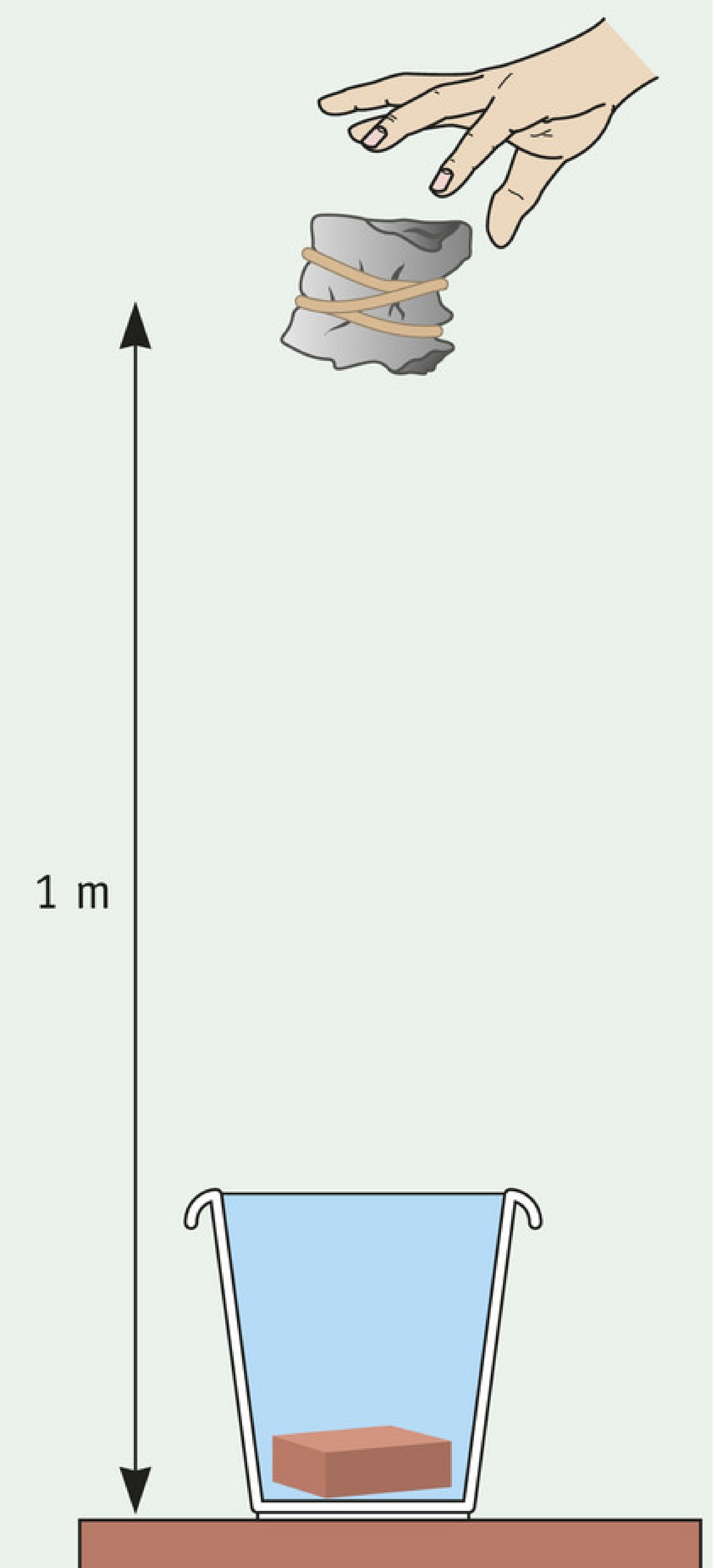
▶ **afbeelding 29**
een goede valhelm

Een goede valhelm heeft een harde buitenkant. In de helm zit een zachte laag, die de klap opvangt. Daardoor wordt de kracht op je hoofd minder als je valt. Steeds meer fietsers dragen een valhelm. Wielrenners dragen altijd een valhelm, omdat ze heel hard rijden (afbeelding 30).



▶ **afbeelding 30**
Wielrenners dragen altijd een valhelm.

Proef 5 Waarom een helm veiliger is



▲ **afbeelding 31**
Zo doe je proef 5.

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 lege jampot
- ☐ 1 stuk schuimplastic (5 cm dik of meer)
- ☐ 1 emmer
- ☐ 1 baksteen
- ☐ 1 rol plakband
- ☐ 1 duimstok
- ☐ 1 veiligheids-bril per persoon

Uitvoering

- Zet de veiligheids-bril op.
- Pak de jampot rondom helemaal in met het stuk schuimplastic.
- Plak dit vast met plakband.
- Leg de baksteen op de bodem van de emmer.
- Houd de jampot 1 m boven de emmer (afbeelding 31).
- Laat de jampot in de emmer vallen.
- Pak de jampot uit de emmer.
- Haal het schuimplastic ervan af.

1 Is de jampot, ingepakt in schuimplastic, heel gebleven?
JA / NEE

- Haal het schuimplastic van de jampot.
- Laat de jampot weer in de emmer vallen.

2 De jampot is WEL / NIET heel gebleven.

3 Wanneer is de kracht op de jampot het grootst?
MET / ZONDER schuimplastic

4 Het schuimplastic om de jampot heeft dezelfde werking als de zachte binnenkant van een helm.
Wat is het voordeel van een helm dragen op een scooter?
De krachten van een botsing worden door de helm WEL / NIET goed opgevangen.

5 Wat is het voordeel van een helm dragen als je een ongeluk krijgt?
De kans op een verwonding aan je hoofd is KLEINER / GROTER.

6 De regering wil dat je op een snor-scooter ook een helm gaat dragen.
Waarom wil de regering dat verplichten?
- ☐ A om meer boetes te kunnen geven
- ☐ B om minder gewonden te krijgen
- ☐ C om ongelukken te voorkomen
- ☐ D om mensen meer belasting te laten betalen

7 Vind je het nodig dat een scooter-rijder een helm draagt?
JA / NEE, want:

– ____

– ____

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

56 In het verkeer gebeuren veel ongelukken doordat mensen WEL / NIET goed opletten.

57 Vul de ontbrekende woorden in.
Kies uit: *gewond – remmen – richting – snelheid – vorm.*

Een auto krijgt ____________ door de mechanische kracht van de motor.

Met stuurkracht verander je de ____________ van de auto.

Met de kracht van de ____________ verminder je de snelheid van de auto.

Door de kracht van een botsing verandert de ____________ van de auto.

Door de kracht van een botsing kunnen mensen ____________ raken.

58 Waarvoor zijn veiligheids-maatregelen in het verkeer?

____

59 Waarvoor is de veiligheids-gordel in een auto?
Let op, er zijn twee antwoorden goed.
- ☐ A om te zorgen dat je bij een botsing in je stoel blijft zitten
- ☐ B om bij een botsing de remweg te verkleinen
- ☐ C om bij een botsing de reactie-afstand te verkleinen
- ☐ D om de kracht op je lichaam bij een botsing kleiner te maken

60 Wanneer is het dragen van een veiligheids-gordel in een auto verplicht?
- ☐ A alleen als je voor in de auto zit
- ☐ B alleen als je achter in de auto zit
- ☐ C als de auto harder rijdt dan 50 km/h
- ☐ D altijd als je in de auto rijdt of meerijdt

61 Samira draagt haar gordel niet. Zij krijgt een botsing van voren.
Wat kan er met Samira gebeuren?
- ☐ A Samira schuift opzij tegen de deur.
- ☐ B Samira schiet naar voren.
- ☐ C Samira schiet naar achteren.
- ☐ D Samira schiet omhoog.

62 Wanneer komt de airbag uit het stuur van een auto?
- ☐ A bij een ongeluk met een luchtballon
- ☐ B bij een botsing
- ☐ C als de auto plotseling snel moet remmen
- ☐ D alleen bij het autoracen

63 Een airbag moet heel snel worden opgeblazen.
Hoe lang duurt dat?
- ☐ A ongeveer 0,02 seconde
- ☐ B ongeveer 0,2 seconde
- ☐ C ongeveer 2 seconden
- ☐ D ongeveer 20 seconden

64 Waarom zitten er hoofdsteunen in een auto?
- ☐ A omdat de stoel er dan sportiever uitziet
- ☐ B omdat je dan minder last van passagiers achterin hebt
- ☐ C om je hoofd tegen te houden als je van achteren wordt aangereden
- ☐ D om bij een botsing je voorhoofd te beschermen

65 Wat kan er gebeuren als je geen hoofdsteun hebt?
- ☐ A beschadiging van je voorhoofd bij een botsing van achteren
- ☐ B beschadiging van je achterhoofd bij een botsing van voren
- ☐ C beschadiging van je nekwervels bij een botsing van achteren
- ☐ D rugpijn onder het rijden

66 Een valhelm beschermt je WEL / NIET tegen hoofd-letsel.

67 Vaak zie je wielrenners ook met een valhelm.
Vind je het verstandig als wielrenners een valhelm dragen? JA / NEE, want

____

68 Waarvoor dienen de kreukel-zones van een auto?
- ☐ A om bij een botsing de remweg te vergroten
- ☐ B om bij een botsing de remweg te verkleinen
- ☐ C om bij een botsing de reactie-afstand te verkleinen
- ☐ D om een botsing te voorkomen

Onthouden!

Een kracht kan snelheid, richting en vorm van een voertuig veranderen.
Door een botsing kun je gewond raken.
Door een botsing kan een auto of fiets vervormen.
Veiligheids-maatregelen in het verkeer zijn:
- kreukel-zone
- autogordels
- airbag
- hoofdsteun
- valhelm

5 Beweging overbrengen



▲ **afbeelding 32**
Als één kant omhoog gaat, gaat de andere kant omlaag.

Twee kinderen zitten op een wip. Als de wip aan één kant omhoog gaat, gaat de andere kant omlaag. De beweging wordt overgebracht via het midden van de wip (afbeelding 32).

Skateboard

Een wip is een voorbeeld van een **hefboom**. Met een hefboom kun je kracht en beweging overbrengen van één kant naar de andere kant. Een skateboard is ook een voorbeeld van een hefboom (afbeelding 33). Met je voet zet je kracht op één kant van het skateboard. Daardoor beweegt de andere kant omhoog.



▲ **afbeelding 33**
Een skateboard werkt als een hefboom.

Doordat het skateboard werkt als een hefboom, kun je er *tricks* mee doen. Bij een *ollie* zet je met je ene voet kracht op de achterkant (*tail*) van de plank. Daardoor komt de voorkant omhoog. Met je andere voet zet je daarna kracht op de voorkant (*nose*). Als je het goed doet, maak je een sprong (afbeelding 34).



▲ **afbeelding 34**
Een ollie is een sprong in de lucht, met je voeten op de plank.

Hefboom

De hefboom bestaat al heel lang. Om een zware steen op te tillen, gebruikten mensen vroeger al een boomstam (afbeelding 35). De boomstam werkt als hefboom. Een hefboom heeft drie punten:
- een krachtpunt
- een draaipunt
- een lastpunt



▶ **afbeelding 35**
Een hefboom heeft een krachtpunt, een draaipunt en een lastpunt.

Het krachtpunt is het punt waarop jij een kracht uitoefent.
Het draaipunt is het punt waar de hefboom draait.
Het lastpunt is de kant waarmee de hefboom een kracht uitoefent.

Proef 6 De hefboom

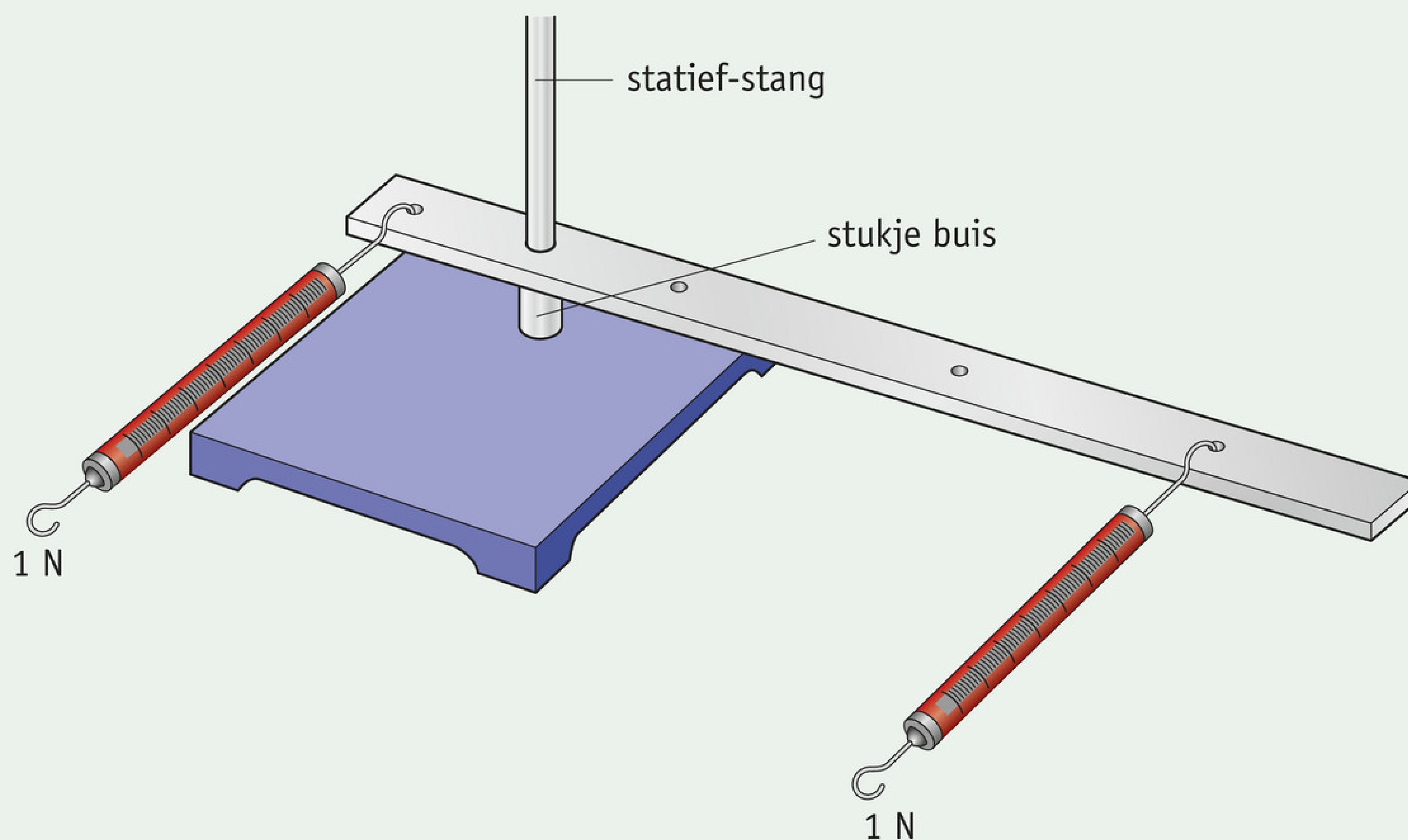
Wat je nodig hebt
- ☐ 1 statief
- ☐ 1 stalen strip met een groot gat en vier kleine gaatjes
- ☐ 1 stukje buis van 3 cm lengte
- ☐ 1 lijmklem
- ☐ 2 krachtmeters van 1 N

Uitvoering
- Je doet de proef samen met een klasgenoot.
- Schrijf de naam van je klasgenoot op.

Ik werk samen met: ______________________________

- Je bent assistent of uitvoerder.
- Spreek af wie de assistent is.

- Draai de statief-stang in het statief.
- Zet het statief met een lijmklem vast op het tafelblad.
- Schuif het stukje buis over de statief-stang (afbeelding 36).
- Schuif de strip met het grote gat over de stang van het statief.



▲ **afbeelding 36**
de opstelling van proef 6

Het grote gat in de strip is het draaipunt van de hefboom.

- Aan één kant heeft de strip een gat op 5 cm afstand van het draaipunt.
- Aan de andere kant vier gaten, op 5, 10, 15 en 20 cm afstand van het draaipunt.

- Hang een krachtmeter in het gaatje op 10 cm rechts van het draaipunt.
- Hang de andere krachtmeter in het gaatje op 5 cm links van het draaipunt.
- De uitvoerder trekt voorzichtig aan de krachtmeter op 10 cm van het draaipunt.
- De assistent trekt tegelijkertijd aan de andere krachtmeter.
- De hefboom mag hierbij niet gaan draaien.

Als de hefboom niet draait, is de hefboom in evenwicht.

- Kijk wat met de krachtmeters gebeurt.

1 Welke krachtmeter rekt het meeste uit?
☐ A de krachtmeter op 10 cm afstand van het draaipunt
☐ B de krachtmeter op 5 cm afstand van het draaipunt
☐ C De krachtmeters rekken evenveel uit.

- Kijk wat de krachtmeters aangeven.

2 Welke krachtmeter geeft de grootste kracht aan?
☐ A de krachtmeter op 10 cm afstand van het draaipunt
☐ B de krachtmeter op 5 cm afstand van het draaipunt
☐ C De krachtmeters geven een even grote kracht aan.

3 Een hefboom is in evenwicht als hij WEL / NIET draait.

4 Het grote gat in de strip is het DRAAIPUNT / KRACHTPUNT van de hefboom.

Laat de krachtmeters in dezelfde gaatjes zitten.

- De uitvoerder trekt met een kracht van 0,2 N aan de krachtmeter op 10 cm van het draaipunt.
- De assistent moet zó hard aan zijn krachtmeter trekken dat de hefboom in evenwicht is.

5 Hoe groot is de kracht op de krachtmeter van de assistent?

____

- De uitvoerder doet de krachtmeter in het laatste gat van de strip.
- Hij trekt weer met een kracht van 0,2 N aan deze krachtmeter.
- De assistent moet zó hard aan zijn krachtmeter trekken dat er evenwicht is.

6 Hoe groot is de kracht op de krachtmeter van de assistent?

____

7 De grootste kracht werkt op de LANGE / KORTE kant van de hefboom.

- Hang de krachtmeters links en rechts op 5 cm van het draaipunt.
- De uitvoerder trekt met een kracht van 0,2 N aan deze krachtmeter.
- De assistent moet zó hard aan zijn krachtmeter trekken dat er evenwicht is.

8 Hoe groot is de kracht op de krachtmeter van de assistent?

____

- De uitvoerder trekt met een kracht van 0,5 N aan deze krachtmeter.
- De assistent moet zó hard aan zijn krachtmeter trekken dat er evenwicht is.

9 Hoe groot is de kracht op de krachtmeter van de assistent?

____

- De uitvoerder trekt met een kracht van 1 N aan deze krachtmeter.
- De assistent moet zó hard aan zijn krachtmeter trekken dat er evenwicht is.

10 Hoe groot is de kracht op de krachtmeter van de assistent?

____

+11 Een hefboom is aan beide kanten van het draaipunt even lang.
Met deze hefboom kun je de kracht WEL / NIET vergroten.

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

69 Wat kun je met een hefboom doen?
- ☐ A alleen kracht overbrengen
- ☐ B alleen beweging overbrengen
- ☐ C kracht en beweging overbrengen

70 Een skateboard is WEL / NIET een voorbeeld van een hefboom.

71 Om een zware steen op te tillen, gebruikten mensen vroeger een boomstam.
De boomstam wordt dan WEL / NIET gebruikt als hefboom.

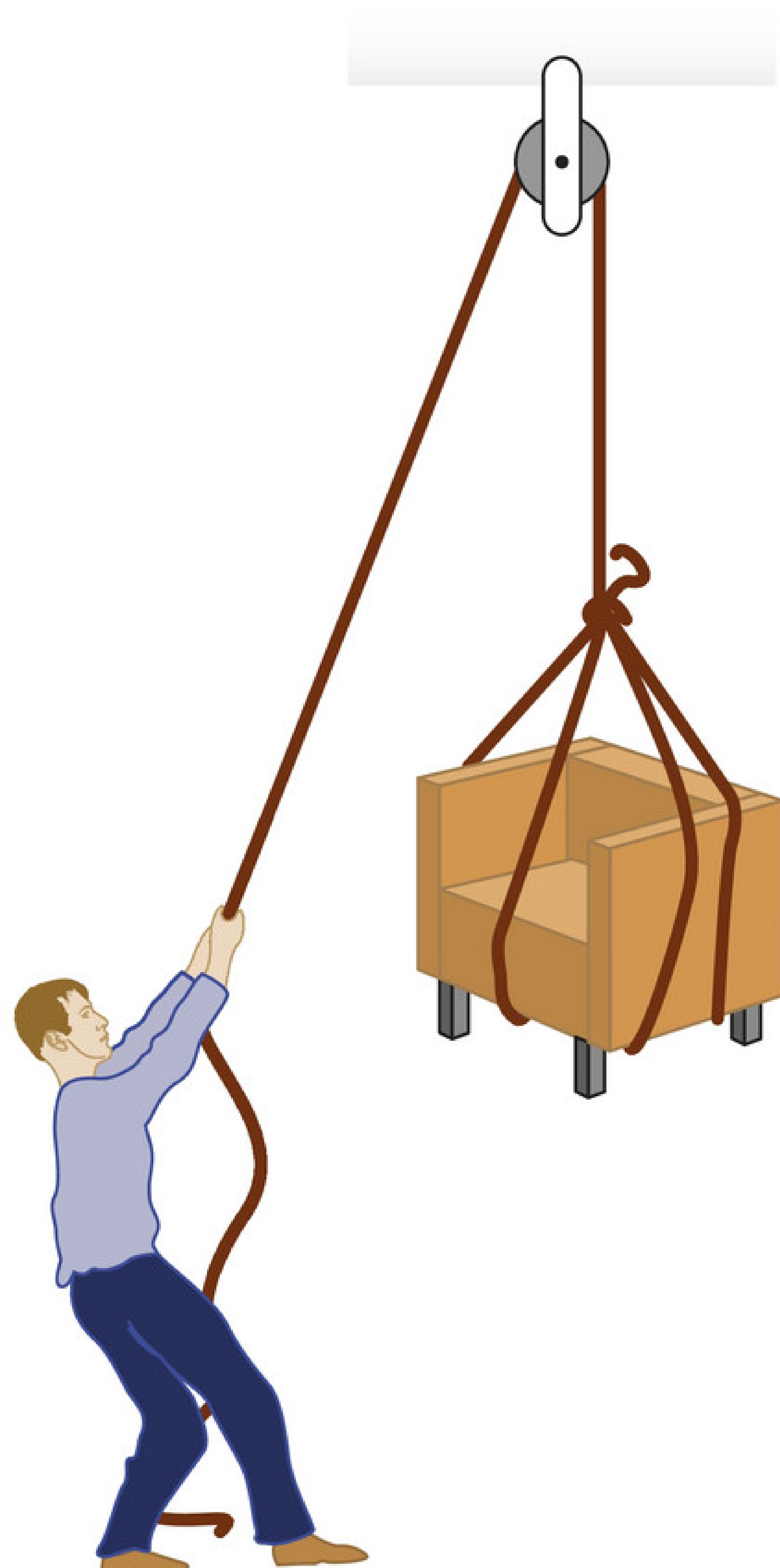
72 Welke drie belangrijke punten heeft een hefboom?

- een ____________________________
- een ____________________________
- een ____________________________

73 Hoe noem je het punt waar jij kracht uitoefent op de hefboom?
- ☐ A lastpunt
- ☐ B krachtpunt
- ☐ C draaipunt

74 Het punt waarmee de hefboom kracht uitoefent, is het ________________ .

75 Susan maakt met haar skateboard een 'ollie'.
Welk deel van het skateboard is het draaipunt van de hefboom?
- ☐ A de nose
- ☐ B de tail
- ☐ C de wielen



Katrol

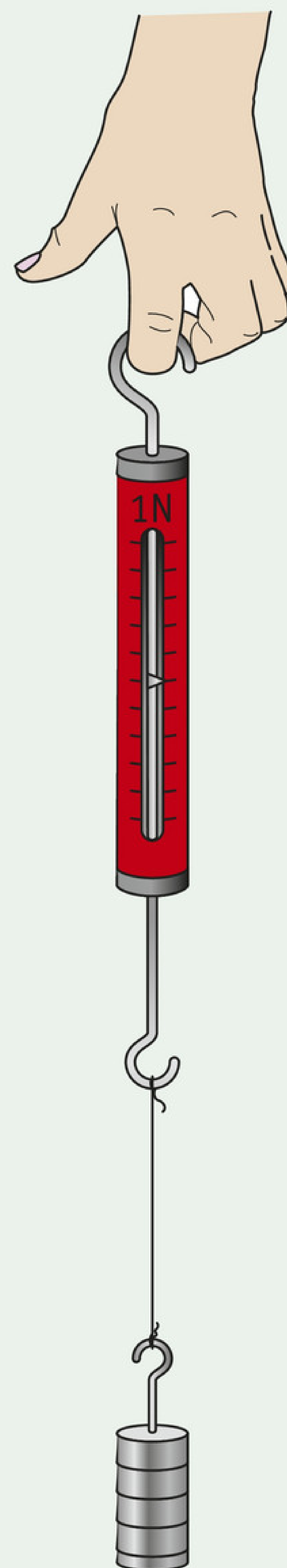
Om zware dingen omhoog te tillen, kun je een **katrol** gebruiken (afbeelding 37). Met een katrol kun je iets omhoog hijsen. Je hoeft dan niet te bukken om te tillen. Tillen met een katrol kost evenveel kracht als gewoon tillen. Het is wel gemakkelijker, veiliger en beter voor je rug.

◀ **afbeelding 37**
Met een katrol kun je zware meubels omhoog hijsen.

Proef 7 De katrol

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 statief-voet
- ☐ 1 statief-stang
- ☐ 1 statief-klem
- ☐ 1 haak
- ☐ 1 massa-set van 100 gram
- ☐ 1 stuk soepel touw van 1 meter
- ☐ 1 katrol
- ☐ 1 krachtmeter van 1 N



▲ **afbeelding 38**
Zo meet je de zwaartekracht van de massa-set.

Uitvoering

- Maak aan elk uiteinde van het touw een lusje.
- Maak de massa-set vast aan het ene eind van het touw.
- Maak de krachtmeter vast aan het andere eind van het touw.
- Til de massa-set op en lees het gewicht af (afbeelding 38).

1 Hoe groot is het gewicht van de massa-set?

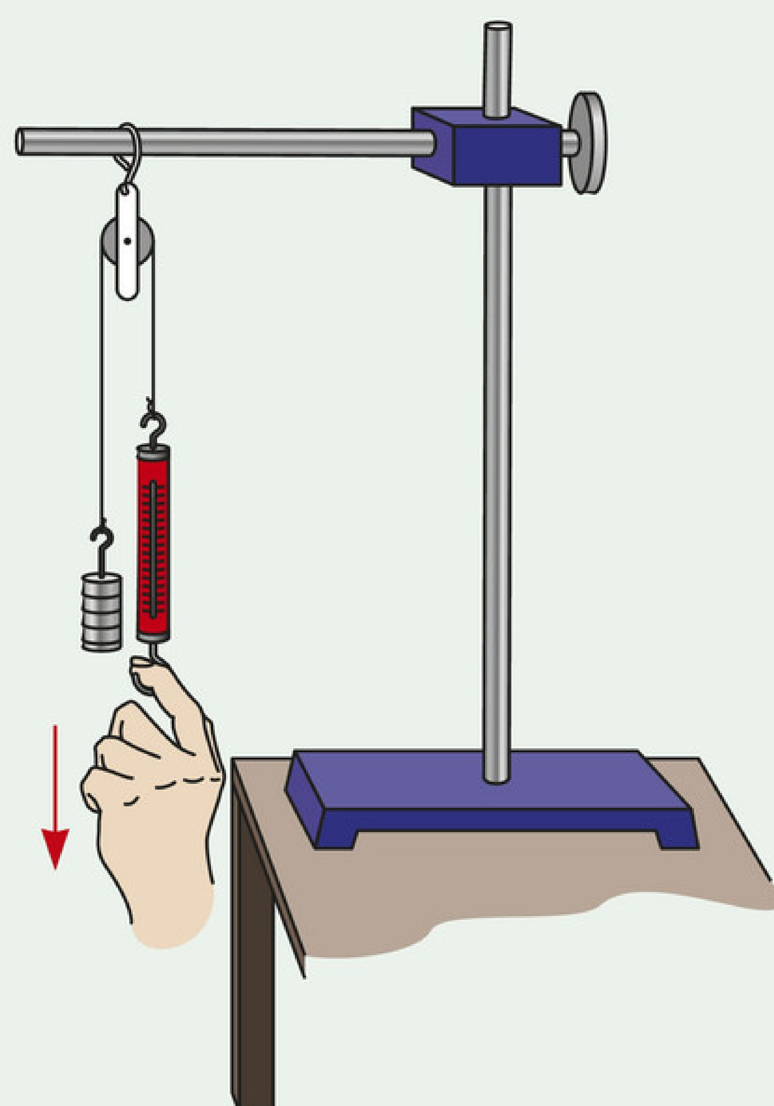
______

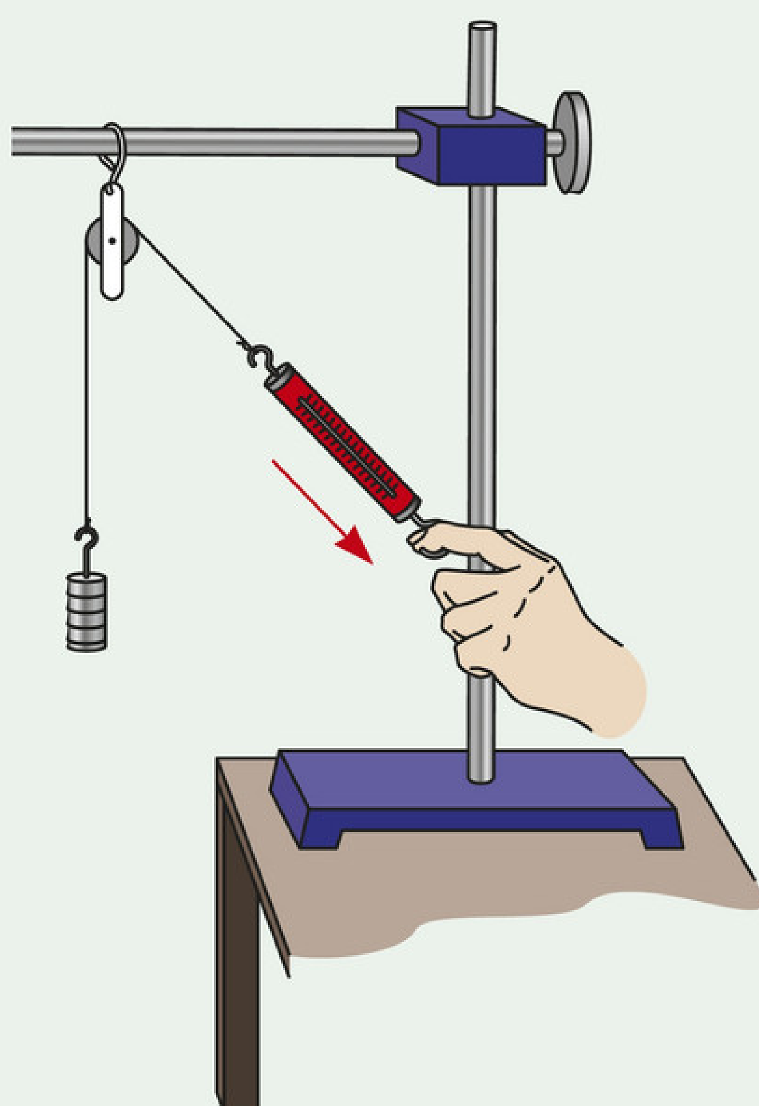
2 Vul de ontbrekende woorden in.
Kies uit: *boven – links – beneden – rechts*.

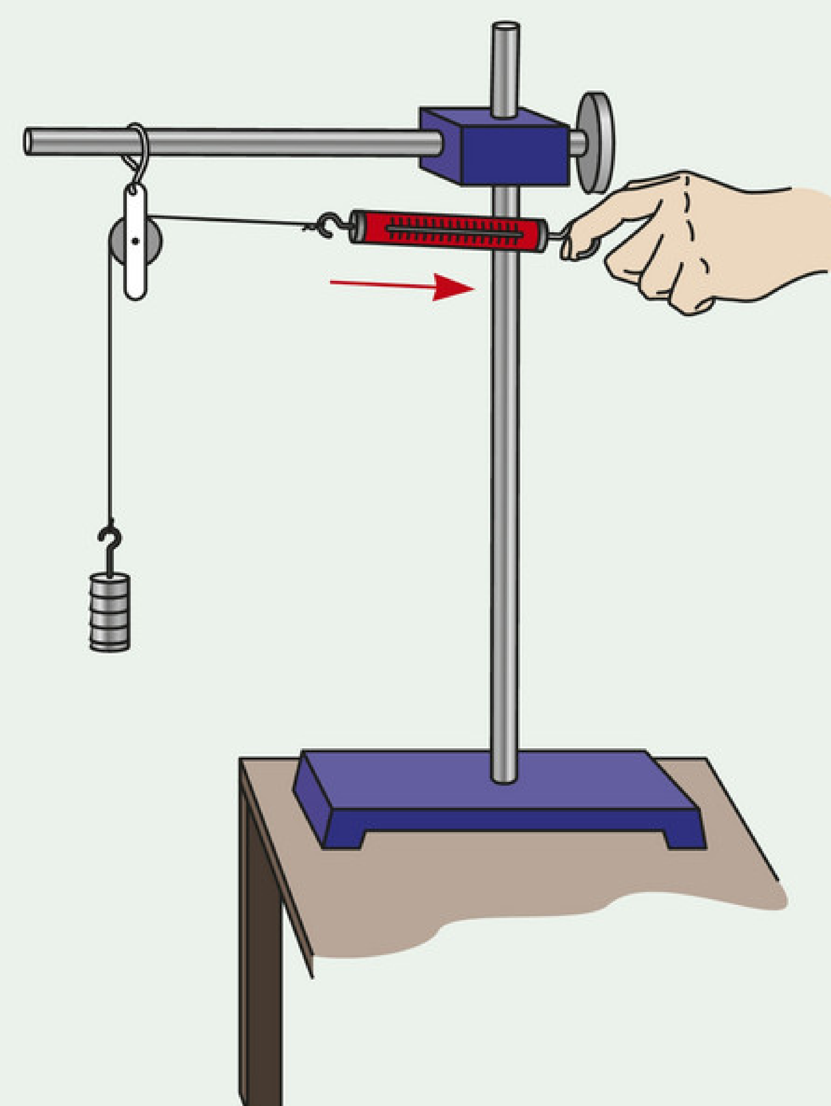
Het gewicht van de massa-set werkt naar ____________ .

Jouw spierkracht werkt naar _________ .

- Maak de opstelling van afbeelding 39.
- Leg het touw over een katrol (afbeelding 39a).
- De massa-set mag de tafel niet raken.
- Lees af welk gewicht de krachtmeter aangeeft.







▲ **afbeelding 39**
a krachtmeter verticaal
b krachtmeter onder een hoek
c krachtmeter horizontaal

3 Hoeveel N geeft de krachtmeter aan?

____

- Houd nu de krachtmeter schuin, in de stand van afbeelding 39b.
- Lees de krachtmeter weer af.

4 Hoeveel N geeft de krachtmeter aan?

____

- Houd de opstelling vast met je andere hand.
- Houd de krachtmeter horizontaal, in de stand van afbeelding 39c.
- Lees de krachtmeter weer af.

5 Hoeveel geeft de krachtmeter aan?

____

6 Kun je met een katrol een kracht vergroten of verkleinen?
☐ A verkleinen
☐ B niet vergroten en niet verkleinen
☐ C vergroten

- Ruim alles netjes op.

Opgave

76 Een verhuizer moet een leunstoel naar een hoge verdieping brengen. Er is geen lift en het trappenhuis is erg smal.
Welke manier zou jij hem aanraden?
☐ A Met een ladder, want dat is sneller.
☐ B Met een ladder, want dat is veiliger.
☐ C Met een katrol, want dat spaart kracht.
☐ D Met een katrol, want dat is veiliger en handiger.

Fietsketting

Als je fietst, gebruik je spierkracht om te trappen. Om te remmen gebruik je ook spierkracht. Je brengt je spierkracht over op je fiets, zodat je fiets gaat rijden of afremmen.

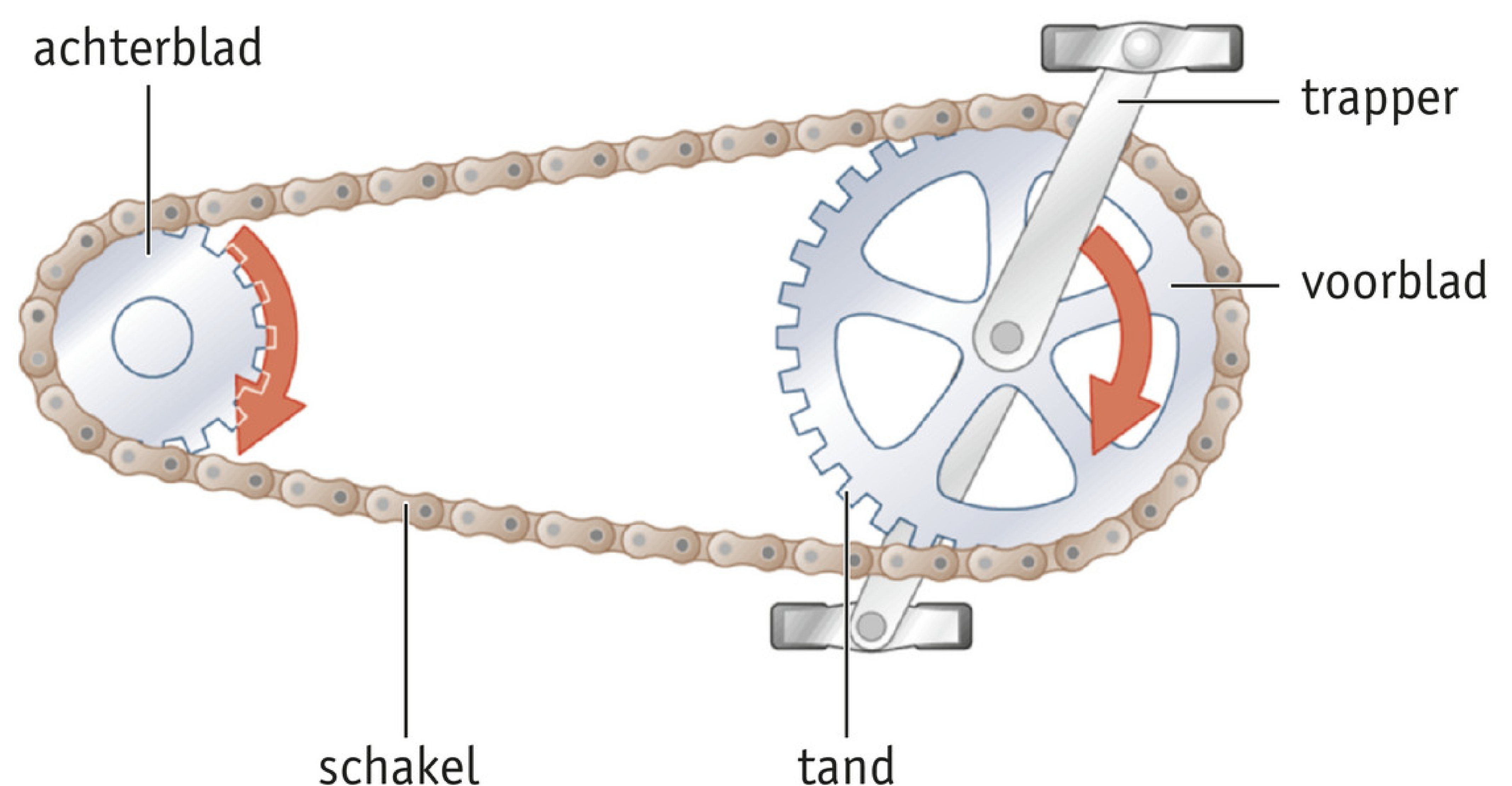
Als je fietst, duw je met je voeten op de trappers. Daarbij gebruik je spierkracht uit je benen. Via de trappers en de **fietsketting** breng je de kracht over op het achterwiel (afbeelding 40). Het wiel gaat draaien en je fiets rijdt vooruit.



▶ **afbeelding 40**
De trappers en de ketting brengen je spierkracht over op het achterwiel.

De aandrijving van je fiets

Op je fiets zitten trappers, **tandwielen** en een ketting (afbeelding 41). Het tandwiel bij de trappers heet het **voorblad**. Het tandwiel bij het achterwiel heet het **achterblad**. De ketting ligt om het voorblad en het achterblad.



▶ **afbeelding 41**
De ketting brengt de beweging van het voorblad over op het achterblad.

De trappers zitten vast aan het voorblad. Als je trapt, draait het voorblad rond. De tanden van dit voorste tandwiel trekken aan de ketting. De ketting trekt dan aan de tanden van het achterblad. Daardoor gaat het achterblad draaien. Je wiel draait rond en je gaat vooruit.

Het voorblad in afbeelding 41 heeft 32 tanden. Als de trappers één keer rond gaan, gaat het voorblad ook één keer rond. Het voorblad trekt dan 32 schakels van de ketting vooruit. Daardoor trekt de ketting ook 32 tanden van het achterblad rond.
Het achterblad heeft 16 tanden. Het achterblad gaat dus 32 : 16 = 2 keer rond, als het voorblad één keer rond gaat.
Dus: als je de trappers één keer rond trapt, gaat je achterwiel twee keer rond. De versnelling is dan twee keer.

▲ **afbeelding 42**
Aan het aantal tandwielen op het achterblad zie je hoeveel versnellingen de fiets heeft.

Versnelling

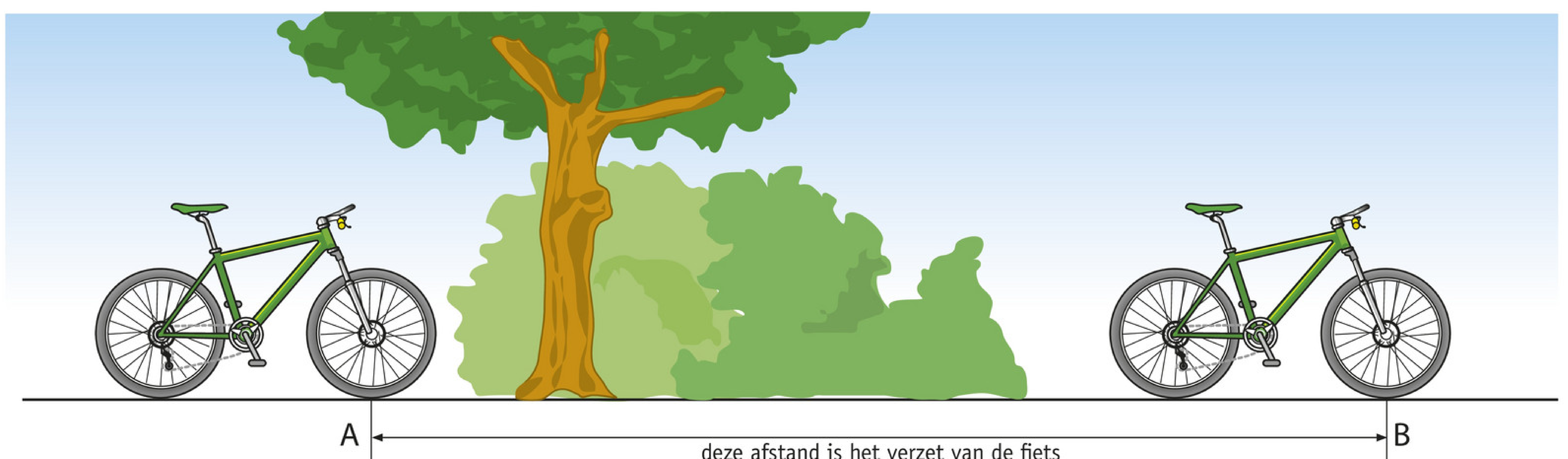
De fiets in afbeelding 42 heeft versnellingen. Met de hendels aan het stuur kies je een groter of kleiner achterblad. Op die manier bepaal je met welke **versnelling** je fietst. Als de ketting om een groot achterblad ligt, trap je licht. Je moet dan snel trappen.
Je fietst in een kleine versnelling.
Als de ketting om een klein achterblad ligt, trap je zwaar.
Je trapt dan ook langzaam. Je fietst in een grote versnelling.

Verzet

Als de trappers één keer ronddraaien, legt de fiets een afstand af. Die afstand noem je het **verzet** van de fiets. Het verzet geef je aan in meters. Je kunt het verzet opmeten (afbeelding 43):

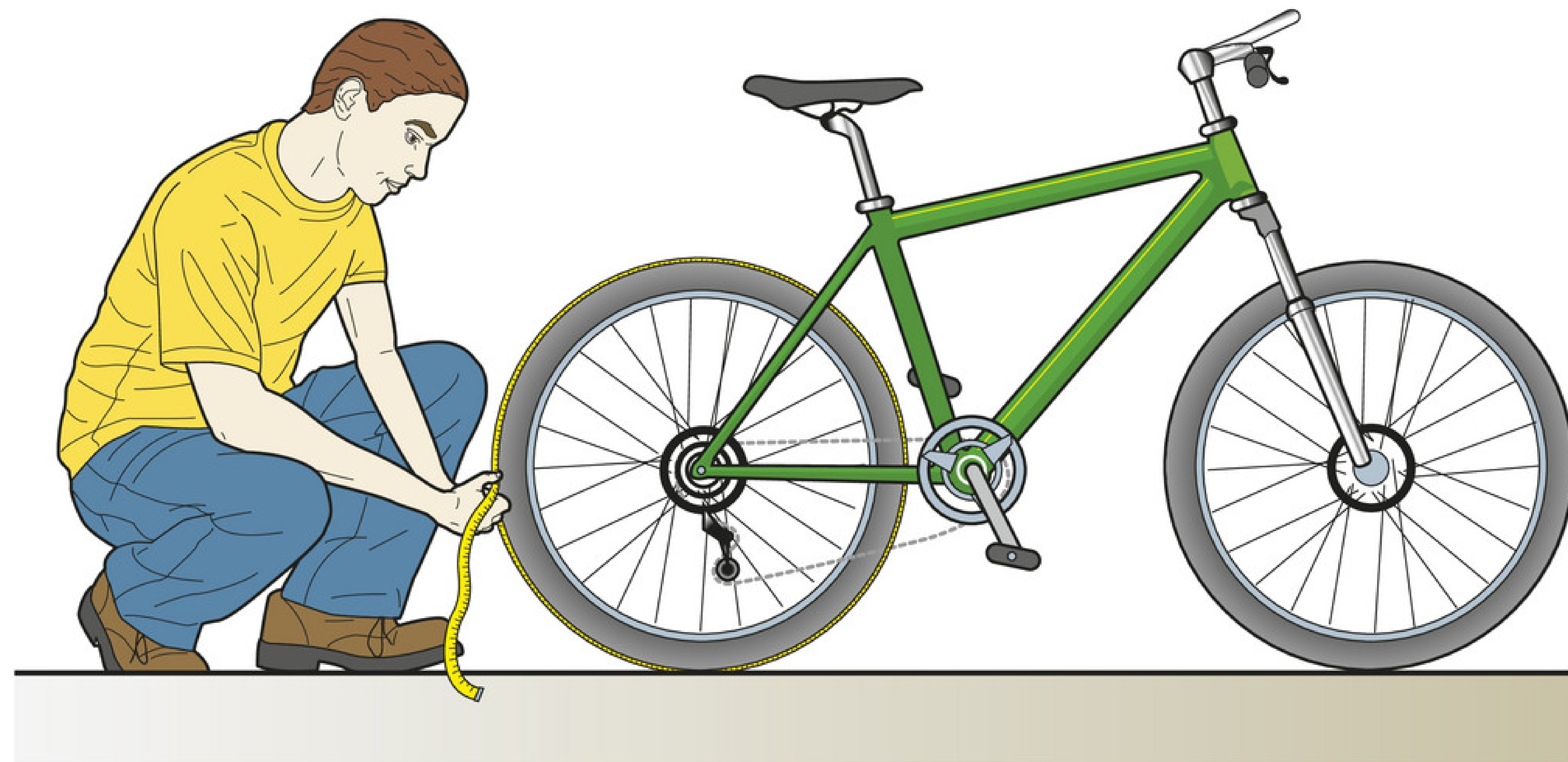
- Zet een streep op de grond bij punt A.
- Duw vanaf punt A de fiets vooruit door de trappers precies één keer rond te draaien.
- Het voorwiel staat nu bij B. Zet bij B ook een streep op de grond.
- Meet de afstand tussen A en B in meters. Dit is het verzet.

▼ **afbeelding 43**
Je kunt het verzet van je fiets opmeten.



Als je de versnelling van je fiets weet, kun je het verzet ook uitrekenen. Je moet daarvoor de omtrek weten van het achterwiel. Die omtrek kun je opmeten:

- Neem een meetlint of een rolmaat.
- Leg het meetlint helemaal om de band van het achterwiel (afbeelding 44).
- Lees de omtrek van het achterwiel af.



▶ **afbeelding 44** de omtrek van het achterwiel opmeten

Voorbeeld
Het voorblad heeft 48 tanden. De ketting ligt om het achterblad van 24 tanden. Als je de trappers één keer ronddraait, gaat je achterwiel twee keer rond (want 48 : 24 = 2). Je meet de omtrek van je achterwiel. Die is 2 m. Het verzet is dan 2 × 2 m = 4 m.

Nu kies je een andere versnelling. In de nieuwe versnelling ligt de ketting om een achterblad van 16 tanden. Als je de trappers één keer ronddraait, gaat je achterwiel drie keer rond (want 48 : 16 = 3). De omtrek van je wiel is 2 m. Het verzet is dan 3 × 2 m = 6 m.

Opgaven

77 Als je fietst, gebruik je WEL / NIET spierkracht om te trappen.

78 Het tandwiel bij de trappers heet het VOORBLAD / ACHTERBLAD.

79 Bij een gewone fiets heeft het VOORBLAD / ACHTERBLAD het kleinste aantal tanden.

80 Vul de ontbrekende woorden in.
Kies uit: *achterblad – achterwiel – draaien – ketting – tanden – voorblad.*

Als je op de pedalen trapt, draait het ________________ rond.

De ________________ van dit voorblad trekken aan de ________________ .

De ketting trekt aan de tanden van het ________________ .

Daardoor gaat het achterblad ________________ .

Je ________________ draait rond en je gaat vooruit.

81 Als de ketting om een groot achterblad ligt, trap je WEL / NIET licht.

82 Als je licht moet trappen, heb je een GROTE / KLEINE versnelling.

83 Als de ketting om een klein achterblad ligt, trap je LICHT / ZWAAR.

84 Je fietst samen met klasgenoten naar school. Jij trapt langzamer dan de anderen, terwijl jullie even snel gaan.
Jij fietst in een GROTERE / KLEINERE versnelling dan de anderen.

85 Het verzet is de ______________ die de fiets aflegt als de trappers één keer ronddraaien.

+86 Het voorblad van een fiets heeft 40 tanden. Het achterblad heeft 20 tanden.

Als je de trappers één keer ronddraait, gaat je achterwiel _________ keer rond.

De versnelling is dus _________ keer.

+87 Het voorblad van een racefiets heeft 48 tanden. Het achterblad heeft 16 tanden.
Hoe groot is de versnelling?

48 : ______ = ____

Als je de trappers met het voorblad één keer ronddraait, gaat je achterwiel

_______ keer rond.

De versnelling is dus _______ keer.

+88 De omtrek van het achterwiel van een racefiets is 2,2 m. De versnelling is twee keer.
Hoe groot is het verzet?

Het verzet is _______ 2,2 m = _______ m

Onthouden!

Met een hefboom kun je kracht en beweging overbrengen.
Een hefboom heeft een krachtpunt, een draaipunt en een lastpunt.
Met een katrol kun je met een kracht die omlaag gaat, dingen omhoog hijsen.
De kracht die je bij een katrol gebruikt, is even groot als bij gewoon tillen.
De fietsketting brengt spierkracht over van de trappers naar het achterwiel.
Een fietsketting ligt om twee tandwielen: het voorblad en het achterblad.
Een groot achterblad betekent een kleine versnelling.
In een kleine versnelling trap je licht en snel.
Een klein achterblad betekent een grote versnelling.
In een grote versnelling trap je zwaar en langzaam.
Het verzet is de afstand in meters die de fiets aflegt als de trappers één keer ronddraaien.

6 Test Jezelf

Waar / niet waar-vragen

	waar	niet waar
1 Een kracht kun je soms zien.		
2 Krachten kunnen alleen de vorm van iets veranderen.		
3 Alleen mensen en dieren hebben spierkracht.		
4 Voor verandering van richting heb je geen kracht nodig.		
5 De zwaartekracht hangt af van de massa van het voorwerp.		
6 Een trampoline heeft veerkracht.		
7 Gemiddelde snelheid is de afstand gedeeld door de tijd.		
8 Bij een eenparige beweging wordt de snelheid groter of kleiner.		
9 De eenheid van snelheid in het verkeer is kilometer per seconde.		
10 Een kracht kun je meten met een krachtmeter.		
11 Met een katrol kun je met een kracht die omlaag gaat, dingen omhoog hijsen.		
12 Bij een botsing wordt de airbag heel snel vol geblazen met een gas.		
13 De eenheid van kracht is newton.		
14 Een hefboom gebruik je alleen om een kracht te verkleinen.		
15 Stop-afstand = reactie-afstand – remweg		
16 De reactie-afstand is de afstand die je aflegt in de reactie-tijd.		
17 Het duurt altijd even voordat je remt. Die tijd is de reactie-tijd.		
18 Een belangrijke bescherming op de scooter is de hoofdsteun.		
19 Bij een grote versnelling op je fiets moet je licht trappen.		
20 Bij een fiets trekt het voorblad via de ketting aan het achterblad.		

Meerkeuze-vragen

1 Een tennis-speler slaat een bal terug naar de tegenstander.
Door de slag ontstaat een kracht op de tennis-bal.
Wat gebeurt met de bal?
- ☐ A De bal krijgt alleen een verandering van vorm.
- ☐ B De bal krijgt alleen een verandering van richting.
- ☐ C De bal krijgt alleen een verandering van snelheid.
- ☐ D De bal krijgt een verandering van vorm, van richting en van snelheid.

2 Chantal doet een proef.
Ze hangt een gewicht aan een krachtmeter. De krachtmeter rekt uit.
Door welke soort kracht rekt de krachtmeter uit?
- ☐ A zwaartekracht
- ☐ B veerkracht
- ☐ C magnetische kracht
- ☐ D elektrische kracht

3 Hoe noem je een beweging waarbij de snelheid groter wordt?
- ☐ A optrekkende beweging
- ☐ B versnelde beweging
- ☐ C snelle beweging
- ☐ D aanhoudende beweging

4 Wat versta je onder de remweg?
- ☐ A de afstand die je hebt afgelegd voordat je remt
- ☐ B de afstand die je hebt afgelegd bij het remmen
- ☐ C het stuk weg waarop je remspoor te zien is
- ☐ D het remspoor dat je achterlaat

5 De auto waarin Farid zit, botst tegen een tegenligger.
Farid heeft geen gordel om.
Wat kan er met Farid gebeuren?
- ☐ A Farid schuift opzij tegen de deur.
- ☐ B Farid schiet naar voren.
- ☐ C Farid schiet naar achteren.
- ☐ D Farid schiet omhoog.

6 Wat is de eenheid van zwaartekracht?
- ☐ A gram
- ☐ B pond
- ☐ C newton
- ☐ D kilogram

7 Een verhuizer moet een kast naar een hoge verdieping brengen.
Er is geen lift en het trappenhuis is te smal.
Welke manier zou jij hem aanraden: een ladder of een katrol?

- ☐ A Met een ladder, want dat is sneller.
- ☐ B Met een ladder, want dat is veiliger.
- ☐ C Met een katrol, want dat spaart kracht.
- ☐ D Met een katrol, want dat is veiliger en handiger.

8 Wat gebeurt er met de snelheid in de reactie-tijd?

- ☐ A De snelheid wordt 0 km/h.
- ☐ B De snelheid wordt kleiner.
- ☐ C De snelheid blijft gelijk.
- ☐ D De snelheid wordt groter.

9 Een wielrenner fietst met de ketting op een groot voorblad en een klein achterblad.
Welke versnelling heeft de welrenner geschakeld?

- ☐ A een kleine versnelling
- ☐ B een grote versnelling
- ☐ C geen versnelling
- ☐ D geen versnelling, maar wel een klein verzet

10 Je tilt een zware steen op met een hefboom.
Hoe heet de plaats waar de hefboom de steen omhoog duwt?

- ☐ A het lastpunt
- ☐ B het draaipunt
- ☐ C het krachtpunt
- ☐ D het buigpunt

Open vragen

1 Een soort kracht is de zwaartekracht. Schrijf nog zes andere krachten op.

- ______________________________
- ______________________________
- ______________________________
- ______________________________
- ______________________________
- ______________________________

2 Welke drie belangrijke punten heeft een hefboom?

- een ______________________________
- een ______________________________
- een ______________________________

3 Martine gaat een nieuwe auto kopen. De auto die zij kiest, heeft een massa van 1100 kg.
Bereken de zwaartekracht die de auto heeft.

1 kg heeft een zwaartekracht van ______ N.

De auto van Martine heeft een zwaartekracht van 1100 × _____= ______________ N.

4 In het verkeer is een reactie-tijd van 1 seconde normaal.
Soms reageren mensen langzamer.
Schrijf vier dingen op waardoor iemand langzamer reageert dan normaal.

– ____

– ____

– ____

– ____

5 Vul de ontbrekende woorden in.
Kies uit: *afstand – eenparige – katrol – kreukel-zone – reactie-afstand – reactie-tijd – uitwerking – zwaartekracht*.

Het verzet is de _________________________ die de fiets aflegt als de trappers één keer ronddraaien.

De _________________________ hangt af van de reactie-tijd en de snelheid.

Gewicht is een ander woord voor _________________________ .

De _________________________ van een kracht kun je soms zien.

Bij een ________________ beweging blijft de snelheid gelijk.

De kracht die je bij een _________________________ gebruikt, is even groot als bij gewoon tillen.

De _________________________ is gemiddeld 1 seconde.

Een __________________________ is een veiligheids-maatregel.



7 Geluid

Inhoud

Startvraag

Welke geluiden heb je vandaag gehoord? Schrijf er vijf op.

___

___

___

___

___

1 Geluid maken

In de natuur hoor je allerlei geluiden. Bijvoorbeeld de donder die rommelt, de zee die ruist en vogels die fluiten. Ook mensen maken geluid. Ze praten, zingen, schreeuwen en gebruiken dingen die geluid maken, zoals auto's en telefoons.

Geluid-bronnen

Geluid hoor je bijna overal. Geluid kan hard of zacht zijn. Je kunt het mooi of storend vinden. Alles wat geluid maakt, noem je een **geluid-bron**. Veel geluid-bronnen zijn door mensen gemaakt. Denk maar aan muziek-instrumenten, machines en luidsprekers (afbeelding 1). Andere geluid-bronnen hoor je in de natuur (afbeelding 2).



▲ **afbeelding 1**
Deze geluid-bron is door mensen gemaakt.



▲ **afbeelding 2**
een natuurlijke geluid-bron

Opgaven

1 Je hoort de hele dag geluid om je heen.
Waar komt geluid vandaan?

Geluid komt van een ________________.

2 Je hoort het geluid van een viool.
Wat voor geluid-bron maakt dit geluid?
☐ A een geluid-bron uit de natuur
☐ B een geluid-bron die door mensen is gemaakt

3 Peter luistert naar zijn mp3-speler.
Naast Peter loopt zijn broer, die het geluid niet hoort.
Is de mp3-speler van Peter een geluid-bron? JA / NEE

4 Schrijf drie geluiden op die je in de natuur kunt horen.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

5 Schrijf vier geluid-bronnen op die door mensen gemaakt zijn.

– ______________________________

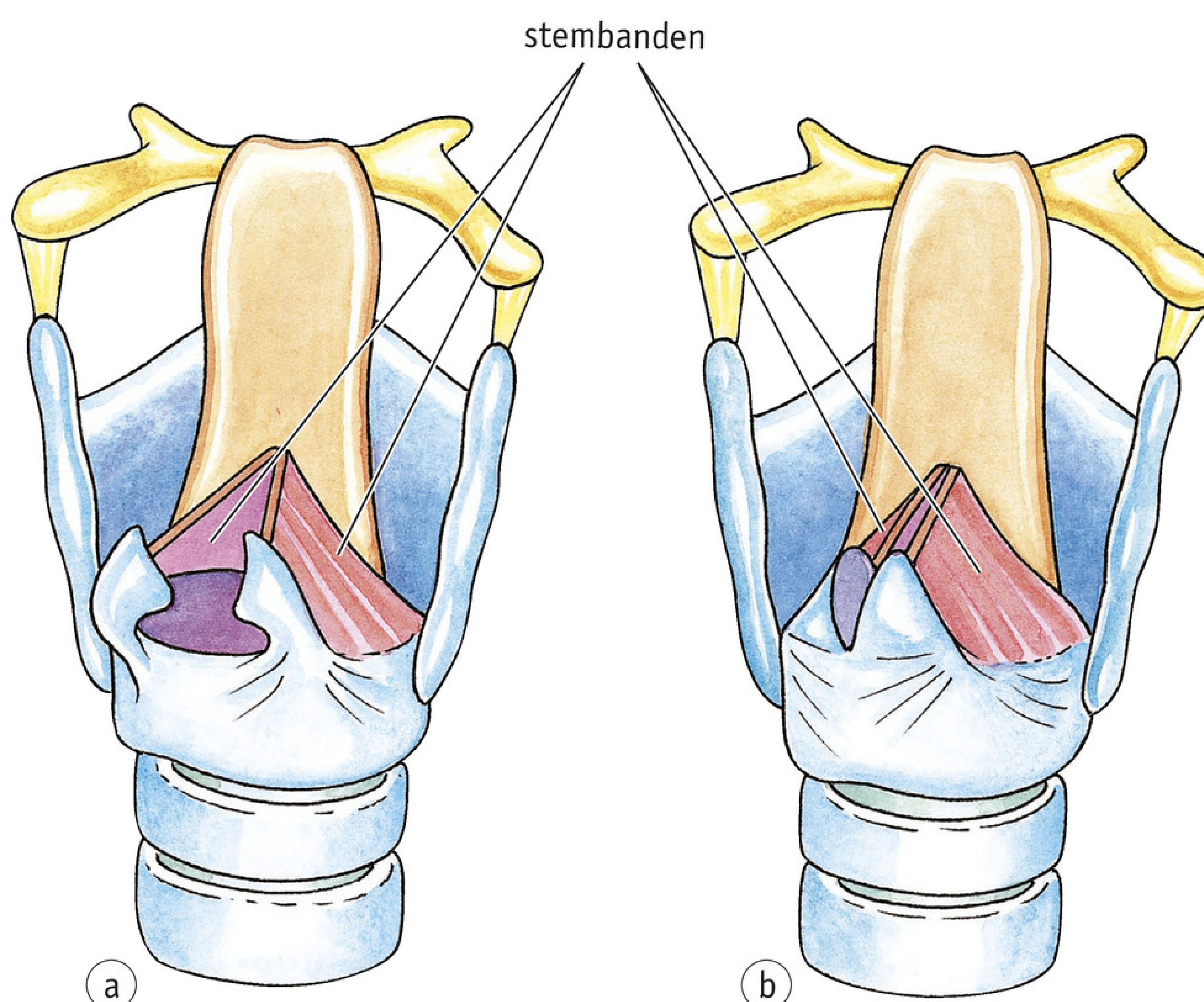
– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

Je stem als geluid-bron

Met je mond kun je geluid maken. Zeg je de letter ssss, dan blaas je lucht langs je tong. Zeg je de letter ffff, dan blaas je lucht langs je lippen. Voor andere geluiden heb je je **stembanden** nodig. Je stembanden zitten achter in je keel (afbeelding 3). Met je stembanden kun je klanken maken. Bijvoorbeeld aaa, eee en ooo.



▶ **afbeelding 3**
a: De stembanden zijn open.
b: De stembanden zijn bijna gesloten.

De stembanden gaan heel snel open en dicht als je geluid maakt. Dit kun je voelen, als je je hand tegen je keel houdt terwijl je rrrr zegt. Je voelt dan dat er in je keel iets trilt. Het zijn je stembanden die **trillen**. Door hierbij je mond en je tong te bewegen, kun je verschillende geluiden maken.

Proef 1 Je stem als geluid-bron

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 spiegeltje

Uitvoering

- Houd één hand om je keel.
- Zeg nu hardop: "Geluid is een trilling."

1 Als je dit zegt, dan voel je WEL / NIET dat je keel trilt.
Als je praat, breng je WEL / NIET lucht in trilling.

- Houd het spiegeltje vlak voor je mond zoals in afbeelding 4.
- Zeg nu: "Ik houd een spiegeltje voor mijn mond."



▲ **afbeelding 4**
Het spiegeltje beslaat.

2 Waardoor beslaat het spiegeltje?
- ☐ A doordat er niets werd uitgeademd
- ☐ B doordat er lucht werd uitgeademd
- ☐ C doordat er water werd uitgeademd
- ☐ D doordat er geluid werd uitgeademd

3 Was de uitgeademde lucht aan het trillen?
- ☐ A Nee, de uitgeademde lucht was alleen warm.
- ☐ B Nee, alleen de keel trilt.
- ☐ C Ja, want lucht trilt altijd.
- ☐ D Ja, want geluid komt door trillingen.

- Houd het spiegeltje weer voor je mond.
- Doe het zó, dat je in de spiegel kunt kijken.
- Zorg dat je je mond in de spiegel kunt zien (afbeelding 5).
- Zeg "aaaaaaaaa" (lang aanhouden dus), terwijl je in de spiegel naar je mond kijkt.
- Zeg nu "ooooooooooooo".
- Zeg eens "iiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiii".



▲ **afbeelding 5**
Zo kijk je met een spiegeltje in je mond.

4 Verandert de stand van je mond als je deze klanken maakt?
- ☐ A nee
- ☐ B een beetje
- ☐ C ja

- Leg het spiegeltje weg.
- Let op je tong en je keel, terwijl je zegt: "rrrrrrrrrrrr" en "ssssssssssss".
- Zeg daarna een paar keer "t".

5 Wat voel je tijdens het rollen van de 'r'?
- ☐ A niets
- ☐ B Mijn tanden trillen.
- ☐ C Mijn lippen trillen.
- ☐ D Mijn tong en mijn keel trillen.

6 Wat voel je tijdens het sissen van de 's'?
- ☐ A Mijn keel trilt.
- ☐ B Mijn mond is ver open.
- ☐ C Ik blaas lucht tussen mijn tong en gehemelte.
- ☐ D Mijn tong en mijn keel trillen.

7 Waardoor gaan je stembanden trillen?
- ☐ A door een geluid-bron
- ☐ B door de lucht die je langs je stembanden uitademt
- ☐ C door de stand van je mond
- ☐ D door de stand van je tong

8 Vul de ontbrekende woorden in.
Kies uit: *geluid – geluid-bron – lucht – mond – niets – tong – trillende lucht – trillingen.*

Als je praat, hoor je ______________________ .

De verschillende klanken ontstaan door de stand van je ______________________ en

______________________ .

Aan je keel voel je ______________________ .

Geluid wordt gemaakt door een ______________________ .

Stem-geluid bestaat uit ______________________ .

Geluid verplaatst zich door ______________________ .

Als er geen lucht is, hoor je ______________________ .

- Ruim alles netjes op.

Andere geluid-bronnen

Met je stem maak je geluid door je stembanden te laten trillen. Ook andere geluid-bronnen maken geluid door **trillingen**.
Bijvoorbeeld:
- Bij een gitaar trillen de snaren (afbeelding 6).
- Bij een drumstel trilt het vel van de trommel (afbeelding 7).



▲ **afbeelding 6**
Een gitaar maakt geluid als de snaren trillen.



▲ **afbeelding 7**
Met de trommelstok laat je het vel van de trommel trillen.

Proef 2 Geluid maken met een ballon

Wat je nodig hebt

☐ 1 ballon

Uitvoering

- Blaas de ballon op.
- Pak de ballon vast zoals in afbeelding 8.
- Trek aan de hals van de ballon, totdat je geluid hoort.
- Luister naar het geluid.
- Kijk ook naar de opening van de ballon.
- Trek iets harder en luister weer.



▲ **afbeelding 8**
geluid maken met een ballon

1 Hoor je verschil in het geluid als je hard of zacht trekt?
JA / NEE

2 Als je hard trekt, wordt het rubber WEL / NIET strakker gespannen.

3 Als het rubber strakker gespannen is, hoor je een HOGERE / LAGERE toon.

4 Wat zag je aan het rubber, toen je geluid hoorde?

Het rubber was aan het ___________ .

5 Waarop lijkt de ballon als het rubber zo trilt?
- ☐ A op je stembanden die trillen
- ☐ B op een snaar van een gitaar die trilt
- ☐ C op het vel van een trommel dat trilt
- ☐ D op het fluiten van een vogel

- Ruim alles netjes op.

Opgave

+6 Kijk naar de foto's in afbeelding 9. Doordat de trillingen door de lucht bij je oor komen, hoor je het geluid dat deze geluid-bronnen maken. Komt er een auto voorbij, dan hoor je het geluid van zijn motor, of van zijn banden op de weg. Soms hoor je zelfs flink geluid uit de uitlaat komen. Van een geluid-bron kun je dus meerdere geluiden horen.
Wat trilt er bij de geluid-bronnen op deze foto's?
Schrijf in tabel 1 op de volgende bladzijde voor elke foto één van de trillingen op die jij zou kunnen horen.
Als voorbeeld is het eerste antwoord ingevuld.












▲ **afbeelding 9**
allemaal geluid-bronnen

▼ **tabel 1** Wat trilt er bij de geluid-bronnen in afbeelding 9?

geluid-bron	Welke trilt er volgens jou?
trompet	lucht in de trompet
viool	
zanger	
race-motor	
carillon (de klokken in de kerktoren)	
vliegtuig	
wekker die afgaat	
drumstel	

De stemvork

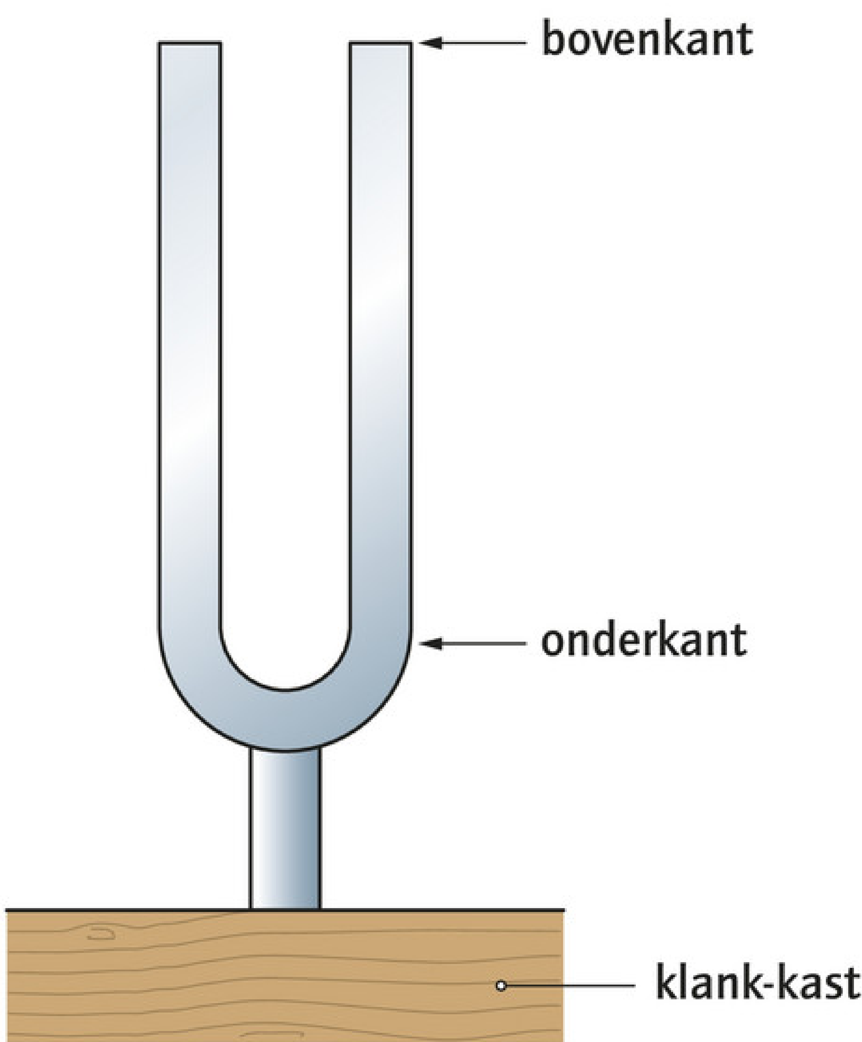
Bij muzieklessen gebruikt de leraar soms een **stemvork** (afbeelding 10). Een stemvork geeft altijd dezelfde toon. Daardoor kan de leraar de goede begin-toon aangeven. Een piano-stemmer gebruikt ook een stemvork. Die heeft hij nodig om een piano te stemmen.

Soms staat een stemvork op een **klank-kast**. Door een klank-kast wordt het geluid harder. Een gitaar heeft ook een klank-kast. Een trommel ook.

▶ **afbeelding 10**



a een stemvork



b een stemvork op een klank-kast

Proef 3 Geluid maken met een stemvork

Wat je nodig hebt
- ☐ 1 stemvork op een klank-kast
- ☐ 1 hamer voor de stemvork

Uitvoering
- Sla met de hamer zachtjes tegen de bovenkant van de stemvork (afbeelding 10b).
- Luister naar het geluid van de stemvork.
- Sla daarna even hard tegen de onderkant van de stemvork.

1 Wat geeft het beste geluid? ONDER SLAAN / BOVEN SLAAN

- Houd je hand voor de opening van de klank-kast.
- Sla weer tegen de bovenkant van de stemvork.
- Haal je hand voor de opening van de klank-kast weg.

2 Wordt het geluid anders als je je hand weghaalt?
☐ A Nee, het geluid blijft hetzelfde.
☐ B Ja, het geluid wordt harder.
☐ C Ja, het geluid wordt zachter.

- Sla nog eens tegen de bovenkant van de stemvork.
- Pak de stemvork aan de bovenkant vast.

3 Wat voel je?
☐ A niets
☐ B De stemvork wordt koud.
☐ C De stemvork trilt.

4 Ik heb gevoeld dat geluid WEL / NIET een trilling is.

- Sla nog eens zachtjes tegen de stemvork.
- Luister hiernaar en voel aan de stemvork.
- Sla nu hard tegen de stemvork.
- Luister en voel opnieuw.

5 Waardoor hoor je het geluid de tweede keer harder?
☐ A De stemvork trilt harder.
☐ B De stemvork trilt bij hard en zacht slaan even hard.
☐ C De stemvork trilt beide keren niet.

- Leg je hand op het kastje van de stemvork.
- Sla weer tegen de stemvork.

6 Trilt het kastje ook? JA / NEE

- Houd je hand voor de opening van het kastje.
- Sla weer tegen de stemvork.
- Haal je hand langzaam weg.

7 Wat hoor je als je je hand weghaalt?
Ik hoor het geluid HARDER / ZACHTER worden.

8 De meeste muziek-instrumenten hebben een klank-kast.
Waarom hebben die muziek-instrumenten een klank-kast?
☐ A Door de klank-kast ziet het instrument er mooier uit.
☐ B Door de klank-kast kan het instrument duurder worden verkocht.
☐ C Door de klank-kast is de klank uit het instrument zachter.
☐ D Door de klank-kast is het geluid uit het instrument harder.

- Ruim alles netjes op.

Onthouden!

Alles wat geluid maakt, is een geluid-bron.
Je stembanden zitten achter in je keel.
Door je stembanden te laten trillen maakt je stem geluid.
Geluid ontstaat door trillingen van een geluid-bron.
Een stemvork geeft altijd dezelfde toon.
Een klank-kast maakt het geluid harder.

2 Geluid horen

Horen doe je met je oren. Als je je hand achter je oor houdt, dan hoor je beter. Je oren worden daardoor 'groter'. Ze kunnen dan meer trillingen opvangen.

Tussenstof

Geluid ontstaat door trillingen van een geluid-bron. Geluid hoor je met je oren. De trillingen moeten dus van de geluid-bron naar je oren gaan. Dat gaat zo:
1 De geluid-bron trilt.
2 Hierdoor gaat de lucht rondom de geluid-bron ook trillen.
3 De trillingen gaan door de lucht naar je oren.

▼ **tabel 2** de snelheid van geluid in verschillende stoffen

stof	snelheid van het geluid
lucht	340 m/s
water	1500 m/s
baksteen	3500 m/s
ijzer	5100 m/s

De trillingen verplaatsen zich door de lucht. De lucht noem je de **tussenstof** waar het geluid zich door verplaatst. Het geluid gaat van de geluid-bron, door de tussenstof, naar je oren. Onder water hoor je ook geluid. Dan is water de tussenstof. In water gaat het geluid sneller dan in lucht. De snelheid van geluid in verschillende stoffen zie je in tabel 2.

Om geluid te horen, heb je dus drie dingen nodig. Dat zijn:
– een geluid-bron
– een tussenstof (meestal is dat lucht)
– je oren

Opgaven

7 Je luistert met een groepje vrienden en vriendinnen naar muziek.
Hoe komt het geluid bij je oren?
☐ A door trillende lucht
☐ B door de trillende geluid-bronnen
☐ C door de trillende muziek-instrumenten
☐ D door de luidsprekers van de muziek-installatie

8 Hoe noem je lucht die geluid overbrengt?
☐ A mee-trillende stof
☐ B tussenstof
☐ C geluid-dempende stof
☐ D geluid-remmende stof

9 Onder water hoor je het plonzen van mensen die in het water springen.
Welke tussenstof zorgt dat het geluid bij je oren komt?
☐ A lucht
☐ B water
☐ C baksteen
☐ D ijzer

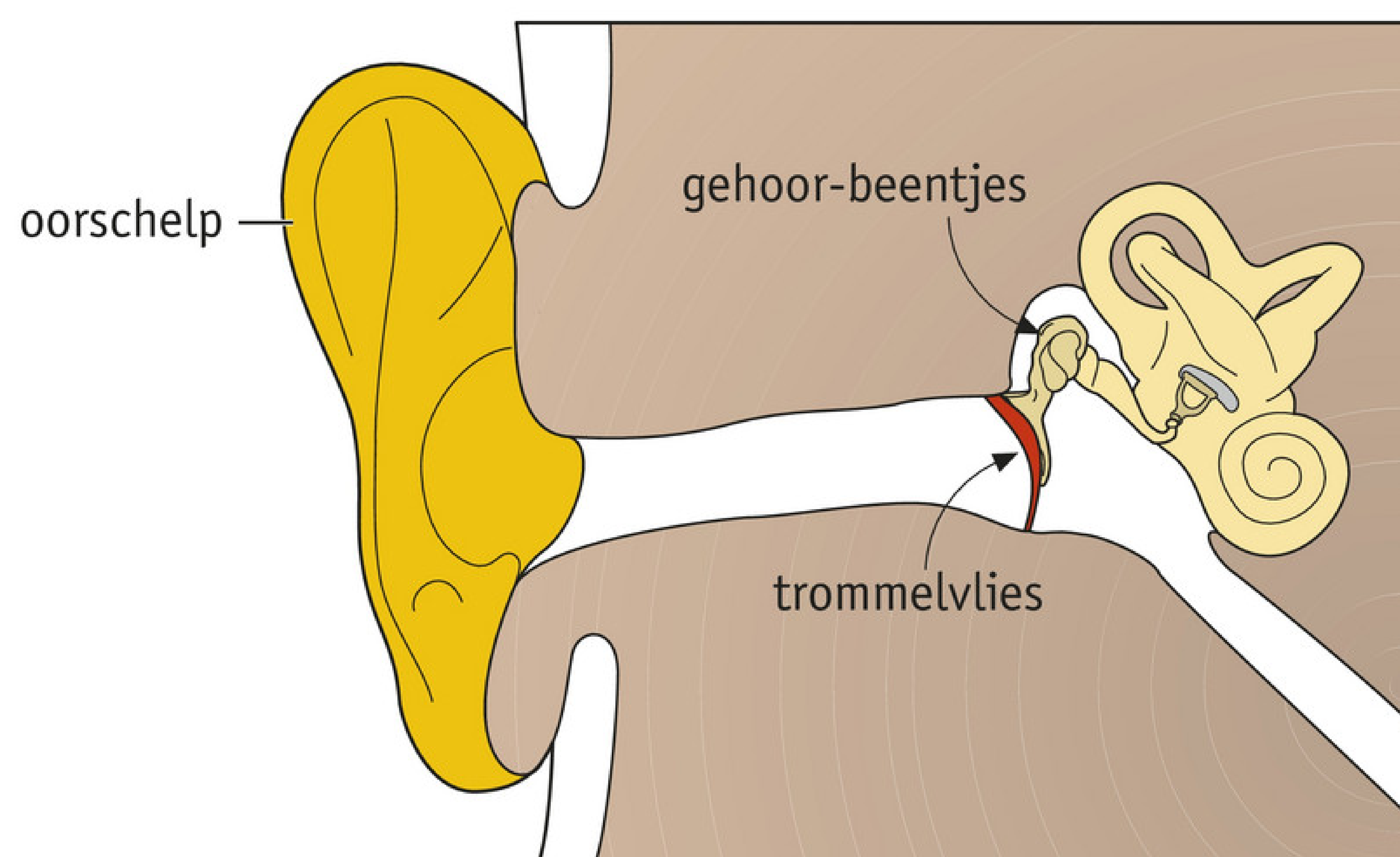
+10 Wat is de snelheid van geluid in lucht?
- ☐ A 340 kilometer per uur
- ☐ B 340 kilometer per seconde
- ☐ C 340 meter per uur
- ☐ D 340 meter per seconde

11 Door welke stof is de snelheid van geluid het grootst?
- ☐ A door lucht
- ☐ B door water
- ☐ C door baksteen
- ☐ D door ijzer

De binnenkant van je oor

Afbeelding 11 is een tekening van je oor. Aan de buitenkant zit je oorschelp. Die stuurt de trillingen naar binnen, je oor in. In je oor zit het **trommelvlies**. Dit is een dun vlies dat strak gespannen is, zoals van een trommel.

Het trommelvlies kan de trillingen uit de lucht goed opvangen. Het trommelvlies gaat daardoor even snel trillen als de lucht. De trillingen gaan verder naar de **gehoor-beentjes**. Die geven een teken aan je hersenen. Op die manier hoor je geluid.



▶ **afbeelding 11**
de binnenkant van je oor

Opgaven

12 Wat gaat als eerste trillen als geluid je oor bereikt?
- ☐ A de gehoor-beentjes
- ☐ B het trommelvlies
- ☐ C de hersenen
- ☐ D de oorschelp

13 Fatima praat tegen Monique. Monique kan Fatima goed horen.
Hoe komt het dat Monique Fatima kan horen?

De stem van Fatima zorgt dat ______________ gaat trillen.

Daardoor gaat in het oor van Monique ___________________________ trillen.

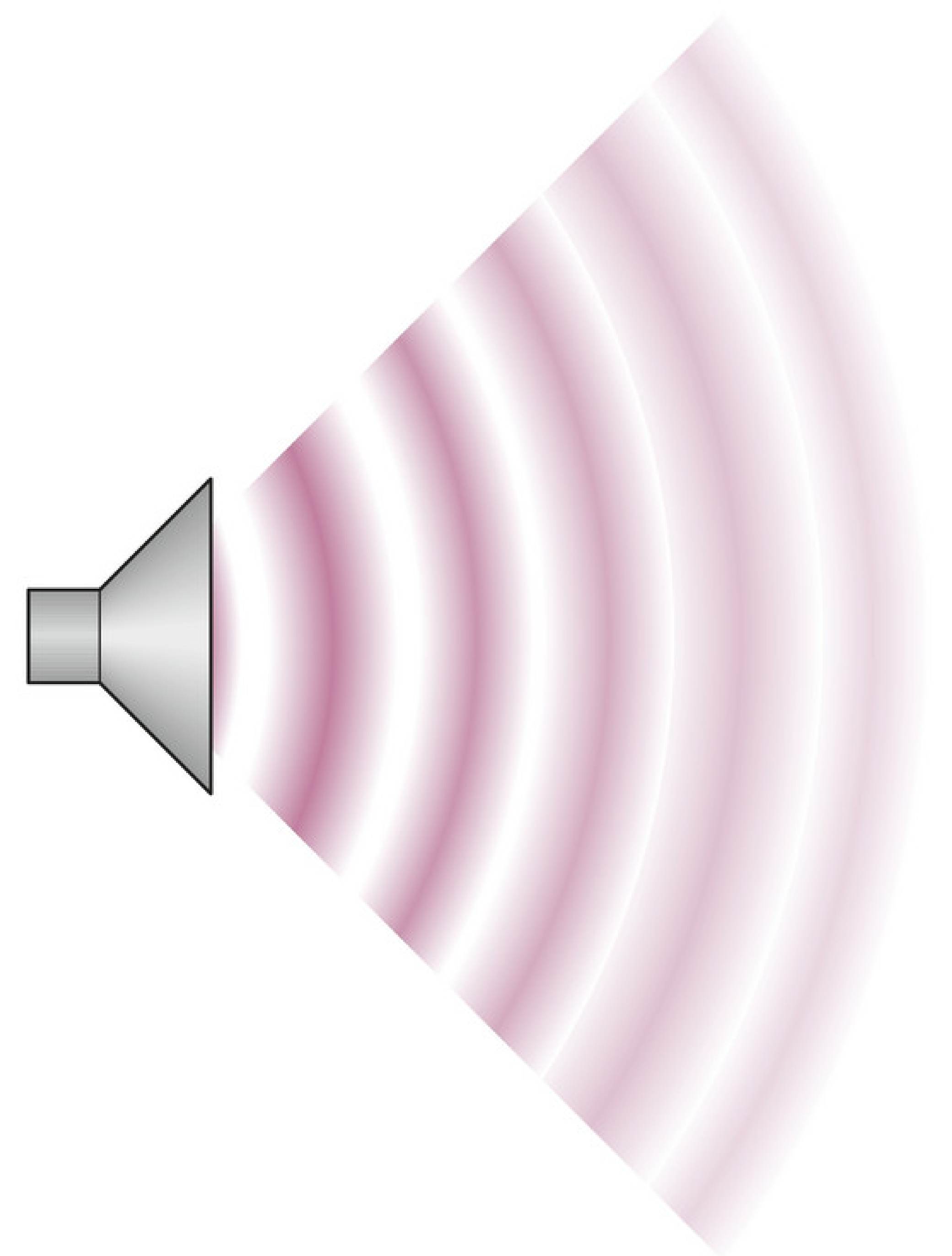
De luidspreker

Een luidspreker is een geluid-bron. In een luidspreker zit een dun vel, dat kan trillen. Doordat het vel trilt, gaat de lucht eromheen trillen. De trillingen komen bij je oor en je hoort het geluid. Het dunne vel in de luidspreker heet de **conus** (afbeelding 12).

In afbeelding 13 is getekend hoe het geluid uit een luidspreker komt. De conus van de luidspreker beweegt snel heen en weer. De trillingen van de conus verplaatsen zich door de lucht. De lucht gaat in alle richtingen trillen.



▲ **afbeelding 12**
Het trillende vel in een luidspreker heet de conus.



▲ **afbeelding 13**
De lucht rond de conus gaat trillen.

Proef 4 De luidspreker

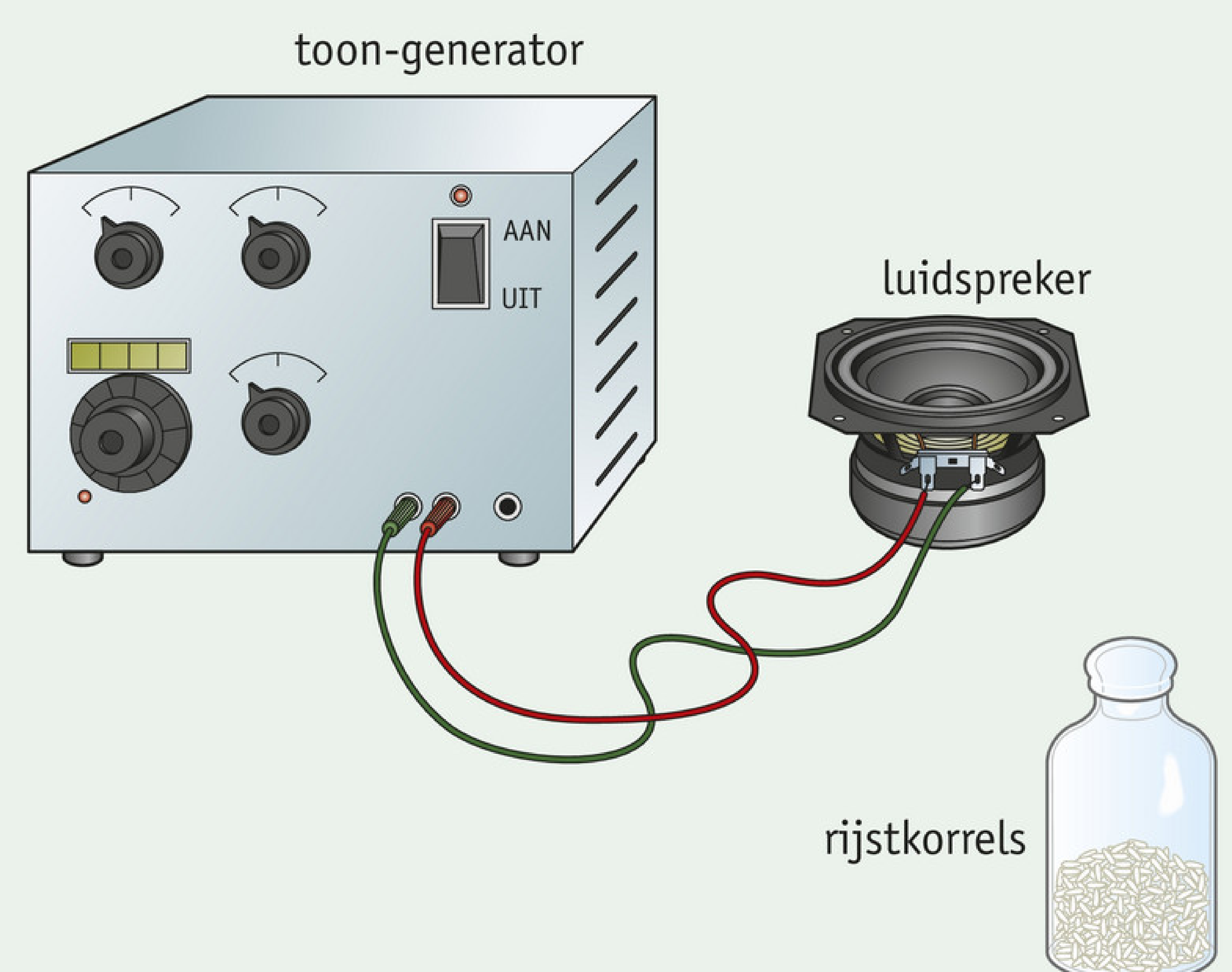
Wat je nodig hebt

- ☐ 1 luidspreker
- ☐ 1 potje met rijst
- ☐ 1 toon-generator
- ☐ 2 snoertjes

Uitvoering

- Een toon-generator is een apparaat dat geluid kan maken.
- Sluit de luidspreker aan op de toon-generator zoals in afbeelding 14.
- Laat de aansluiting controleren door je leraar.
- Let op! Je leraar laat zien hoe je met de toon-generator moet werken.

- Leg de luidspreker neer zoals in afbeelding 14.



▲ **afbeelding 14**
Zo sluit je een luidspreker aan op een toon-generator.

- Zet de toon-generator aan.
- Zet het volume van het geluid zacht.
- Zorg dat de toon-generator lage tonen maakt.
- Zet nu het geluid wat harder.
- Laat de toon-generator hoge tonen maken.
- Verander het geluid van hard naar zacht.
- Schakel de toon-generator uit.

1 Wat is een toon-generator?

een apparaat dat ___________ kan maken

2 Welke geluiden kan een toon-generator maken?
- ☐ A alleen hoge en lage geluiden
- ☐ B alleen harde en zachte geluiden
- ☐ C hoge en lage, zachte en harde geluiden
- ☐ D alleen hoge en zachte geluiden

3 Wat moet je op een toon-generator aansluiten om geluid te horen?
- ☐ A Niets, de toon-generator is alles wat je nodig hebt.
- ☐ B een versterker
- ☐ C een microfoon
- ☐ D een luidspreker

- Leg wat rijst op de conus van de luidspreker.
- Zet de toon-generator aan.
- Zet het geluid zacht.
- Zet de toon-generator op een lage toon.
  Kijk goed naar de rijst.
- Verander het volume van het geluid van zacht naar hard.
  Blijf goed kijken naar de rijst.
- Zet de toon-generator uit.

4 Wat doet de rijst als je geen geluid hoort?
De rijstkorrels LIGGEN STIL / TRILLEN.

5 Wat doet de rijst als het geluid zacht staat?
- ☐ A De rijst ligt stil.
- ☐ B De rijst trilt een beetje.
- ☐ C De rijst trilt heftig.
- ☐ D De rijst draait langzaam in een kring.

6 Wat doet de rijst als het geluid hard staat?
- ☐ A De rijst ligt stil.
- ☐ B De rijst trilt een beetje.
- ☐ C De rijst trilt heftig.
- ☐ D De rijst draait snel in een kring.

7 Maak de volgende zinnen af door de ontbrekende woorden in te vullen.
Kies uit: *een beetje – luidspreker – rijstkorrels – trillen – trilling.*

Geluid is een ________________ .

Dat kun je laten zien door ________________ op een ________________ te leggen.

Bij zacht geluid trillen de korrels ________________ .

Bij hard geluid ________________ de korrels heftig.

- Ruim alles netjes op.

Onthouden!

Een geluid-bron laat de lucht eromheen trillen.
Trillingen van geluid verplaatsen zich door een tussenstof naar je oren.
Je hoort geluid doordat je trommelvlies gaat trillen.
De gehoor-beentjes geven een teken aan je hersenen.
Om geluid te horen, heb je drie dingen nodig:

- een geluid-bron
- een tussenstof (meestal lucht)
- je oren

In een luidspreker zit een conus.
De trillingen van de conus verplaatsen zich door de lucht.

3 Bewegen van geluid

Geluid bestaat uit trillingen. Eerst trilt de geluid-bron. Daarna gaat de tussenstof trillen. Tot slot trilt je trommelvlies. Je hoort dan geluid.

Snelheid van geluid

Geluid heeft tijd nodig om bij je oor te komen. Bijvoorbeeld:
- Je ziet een vuurpijl ontploffen in de lucht. Ongeveer 1 seconde later hoor je de knal.
- Je ziet bliksem bij onweer. De donder hoor je pas na enkele seconden.

Geluid verplaatst zich door de lucht met een snelheid van ongeveer 340 meter per seconde.

Bij onweer kun je uitrekenen hoe ver weg het onweer is. Je begint te tellen als je de bliksem ziet. Na bijvoorbeeld 3 seconden hoor je de donder. Het geluid heeft 3 seconden 'gereisd' om bij jou te komen. De snelheid van geluid in lucht is 340 meter per seconde. In 3 seconden verplaatst het geluid zich 3 × 340 = 1020 meter. Het onweer is ongeveer 1 kilometer bij je vandaan.

Opgaven

14 Jan ziet bliksem. Hij telt 5 seconden en hoort dan de donder.
Hoe ver is het onweer bij Jan vandaan?

5 × 340 = ___________ meter

15 Je ziet de bliksem. Je telt 8 seconden en hoort de donder.
Hoe ver is het onweer ongeveer bij je vandaan?

☐ A 340 meter
☐ B 1700 meter
☐ C 2700 meter
☐ D 3400 meter



▲ **afbeelding 15**
het maken van een echo van een baby

Echo

Geluid dat teruggekaatst wordt, noem je een **echo**. Een echo hoor je soms in hoge bergen. Onder een brug kun je ook een echo horen. Je roept iets, en even later hoor je het nog een keer.

Met echo kun je een foto of een video maken van een ongeboren baby. Dat gaat op deze manier:
1 De arts drukt een geluid-bron tegen de buik van de zwangere vrouw (afbeelding 15).
2 De geluid-bron zendt een geluid uit, dat mensen niet kunnen horen.
3 De baby in de buik weerkaatst het geluid (een echo).
4 Het echo-apparaat meet de geluid-sterkte van het teruggekaatste geluid.

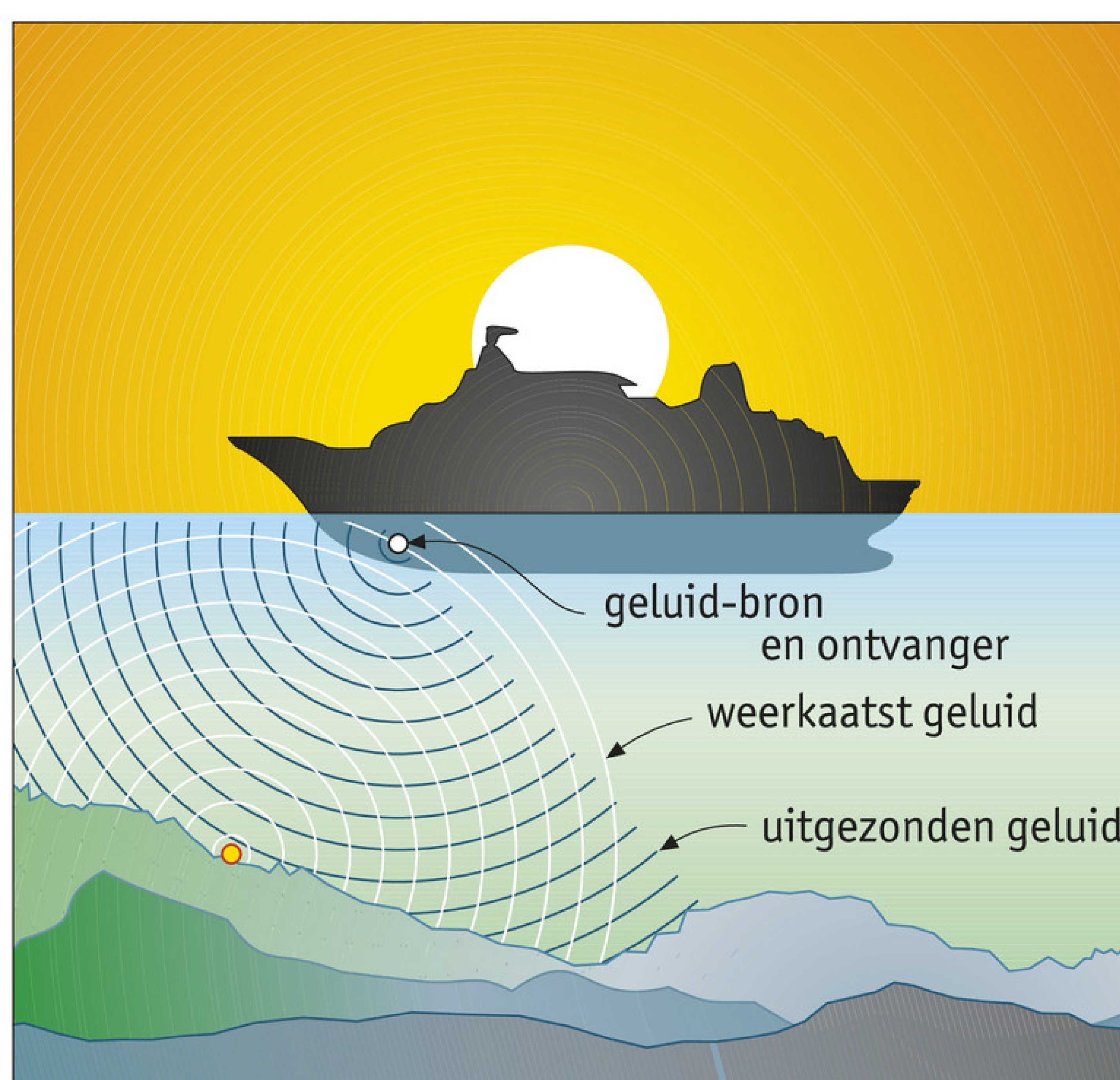
Op een beeldscherm zie je hoe de ongeboren baby eruitziet (afbeelding 16).



▶ **afbeelding 16**
een echo-opname van een ongeboren baby

Sonar

De kapitein van een schip wil weten hoe diep het water is. Hij gebruikt daarvoor een sonar-apparaat. De **sonar** zendt een geluid uit dat mensen niet kunnen horen. De bodem van de zee weerkaatst het geluid (afbeelding 17).



▶ **afbeelding 17**
Met sonar wordt gemeten hoe diep het water is.

Een ontvanger in het sonar-apparaat vangt het weerkaatste geluid op. Een computer meet hoe lang de **geluid-golf** heen en terug onderweg is. Tot slot berekent de computer hoe diep het water is op deze plaats.

Onder water heeft geluid een snelheid van 1500 meter per seconde. In 1 seconde legt het geluid een afstand af van 1500 meter. Stel je voor dat de geluid-golf na precies 1 seconde terug is. Het geluid is dan in 1 seconde naar de bodem gegaan en weer terug. De bodem ligt dus op 1500 meter : 2 = 750 meter.

Opgaven

16 Als je een echo hoort, wat voor geluid hoor je dan?
- ☐ A Dan hoor je het heengaande geluid.
- ☐ B Dan hoor je het terugkomende geluid.

+17 Je staat naast een stratenmaker die met een drilboor gaten in het wegdek maakt. Als hij stopt, hoor je 1 seconde later het geluid van de echo. De snelheid van geluid in lucht is 340 m/s.
Hoe ver weg staan de huizen waar het geluid tegen terugkaatst?
- ☐ A 340 meter : 2 = 170 meter
- ☐ B precies 340 meter
- ☐ C 340 meter × 2 = 680 meter

+18 De sonar van een schip op zee zendt een geluid uit. Na 2 seconden vangt de sonar het weerkaatste geluid op.
Hoe diep is de zee daar?
- ☐ A 340 meter
- ☐ B 750 meter
- ☐ C 1000 meter
- ☐ D 1500 meter

+19 Het duurt steeds langer tot de sonar het weerkaatste geluid opvangt.
Het water waarin het schip vaart, wordt dus steeds DIEPER / ONDIEPER.

Onthouden!

De snelheid van geluid in lucht is 340 meter per seconde.
De snelheid van geluid in water is 1500 meter per seconde.
Een echo is teruggekaatst geluid.
Met echo kun je een foto of video maken van een ongeboren baby.
Een sonar meet de diepte van de zee.
Sonar werkt met geluid dat mensen niet kunnen horen.

4 Muziek-instrumenten

Met je mond en je stembanden kun je heel veel tonen maken. Van laag tot hoog. Muziek is geluid met verschillende tonen.

Toonhoogte

Er zijn veel verschillende muziek-instrumenten. Bijvoorbeeld een gitaar, een drumstel en een fluit. Sommige instrumenten hebben snaren. Een harp, een contra-bas en een piano hebben snaren. Een instrument met snaren noem je een **snaar-instrument** (afbeelding 18, 19 en 20).



▲ **afbeelding 18**
In een piano zitten snaren.

Als je de snaren van een snaar-instrument laat trillen, maken ze geluid. De snaren zitten vast aan een klank-kast. Daardoor wordt het geluid harder en kun je het goed horen. Sommige instrumenten hebben heel veel snaren, zoals de piano en de harp. Andere instrumenten hebben weinig snaren, zoals de gitaar en de contra-bas.

Niet alle snaren zijn even lang. Bij de harp kun je dat goed zien. De lange snaren maken lage tonen. De korte snaren maken hoge tonen. Ook zijn niet alle snaren even dik. De dikke snaren maken lage tonen. De dunne snaren maken hoge tonen. Een bas heeft lange, dikke snaren. Daarom maakt een bas alleen lage tonen. De snaren van een viool zijn kort en dun. Dus een viool maakt hoge tonen.



▲ **afbeelding 19**
Een harp heeft veel snaren.



▲ **afbeelding 20**
Een contra-bas heeft vier snaren.

Opgaven

20 Wat maakt bij een trompet het geluid?
- ☐ A de snaren
- ☐ B de stembanden
- ☐ C de klank-kast
- ☐ D de ingeblazen lucht

21 Wat maakt bij een stem het geluid?
- ☐ A de snaren
- ☐ B de stembanden
- ☐ C de klank-kast
- ☐ D de luidspreker

22 Wat maakt bij een gitaar het geluid?
- ☐ A de snaren
- ☐ B de stembanden
- ☐ C de klank-kast
- ☐ D de luidspreker

23 Wat gaat mee-trillen als een muziek-instrument geluid maakt?
- ☐ A de lucht
- ☐ B de geluid-bron
- ☐ C de gehoorzenuw
- ☐ D je oren

24 Je duwt op een toets van een piano. Daardoor slaat de toets een dunne snaar aan. Het geluid dat uit de piano komt, is dan LAAG / HOOG.

Een muziek-instrument stemmen

Snaren kun je spannen. Spannen betekent: de snaren strakker aantrekken. Meestal gaat dat met een schroef op het instrument (afbeelding 21). Een strakke snaar geeft een hoge toon. Maak je de snaar losser, dan wordt de toon lager. Op die manier kun je het instrument **stemmen** (afbeelding 22). De tonen klinken dan weer zuiver.

In afbeelding 21 houdt het meisje een stemvork op de gitaar. Een stemvork geeft altijd dezelfde toon. Het meisje luistert naar de toon van de stemvork, en naar de toon van de gitaar. Op die manier hoort ze of de toon van de gitaar goed is. Als de toon te laag is, moet ze de snaar strakker maken. De toon wordt dan hoger. Als de toon te hoog is, moet ze de snaar losser maken. Bij de goede toon is de snaar precies strak genoeg.



▲ **afbeelding 21**
Door aan de schroef te draaien, span je de snaar strakker.



Bij het gebruik van een stemvork moet je heel goed kunnen horen. Tegenwoordig gebruiken veel mensen liever een digitaal stem-apparaat (afbeelding 23). Dat apparaat ‘luistert’ naar de toon. Op het scherm kun je zien of de toon goed is.



▲ **afbeelding 22**
Een piano stemmen is vakwerk.

▲ **afbeelding 23**
een digitaal stem-apparaat

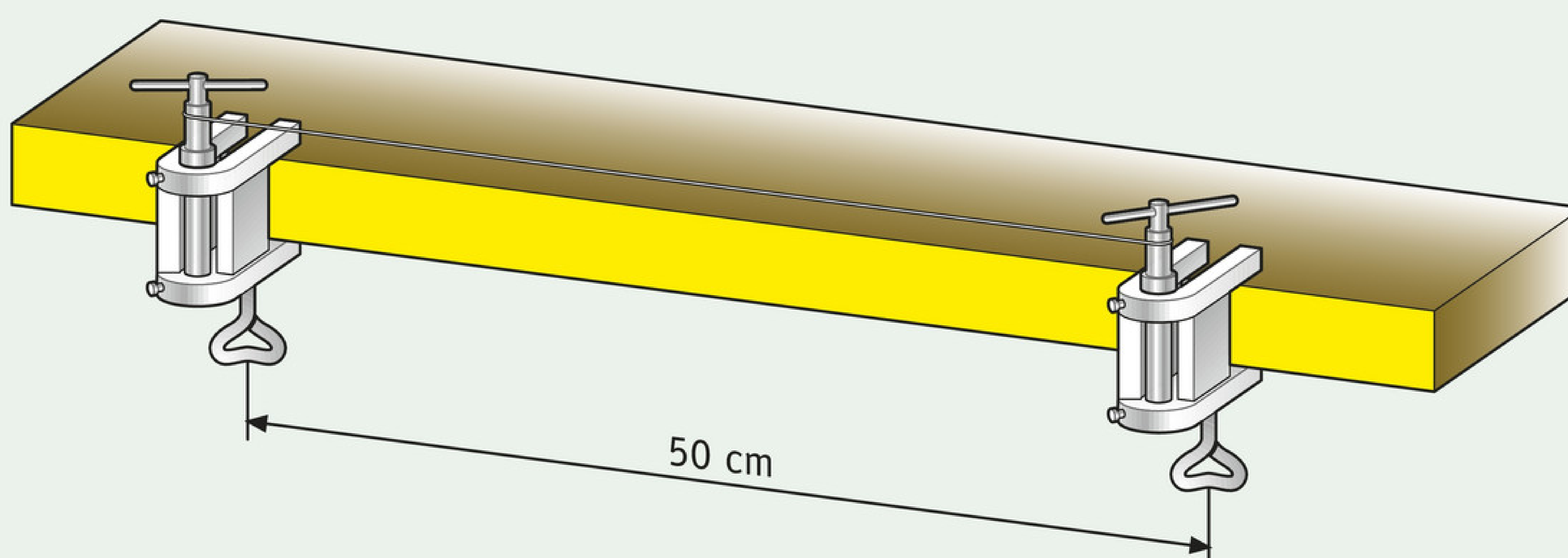
Proef 5 Een gespannen snaar

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 veiligheids-bril
- ☐ 2 tafel-klemmen met spanstiften
- ☐ 1 dunne snaar
- ☐ 1 dikke snaar
- ☐ 1 maatlat van 50 cm of duimstok van 1 m

Uitvoering

- Zet de tafel-klemmen 50 cm uit elkaar, zoals in afbeelding 24.
- Klem de tafel-klemmen vast aan de tafel.
- Zet je veiligheids-bril op.
- Zet de dunne snaar tussen de klemmen, zoals in afbeelding 24.
- Span de dunne snaar niet te strak.



▲ **afbeelding 24**
een lange, dunne snaar

Let op! Als je de dunne snaar te strak aanspant, springt hij kapot.

Dat is gevaarlijk, want de snaar kan je met een flinke kracht raken.

Daarom moet je een veiligheids-bril op zetten.

- Trek voorzichtig aan het midden van de snaar.
- Laat de snaar los.
- Kijk naar de snaar.

1 Je ziet de snaar WEL / NIET trillen.

- Trek nog een keer aan de snaar.
- Luister vlak bij de snaar.

2 Je hoort WEL / GEEN geluid.

- Trek opnieuw aan de snaar.
- Laat de snaar los.
- Pak meteen de snaar voorzichtig in het midden vast.

3 Wat voel je?

De snaar ________ .

4 Hoor je nog geluid als je de trillende snaar vastpakt?
☐ A Ja, maar zachter.
☐ B Ja, het geluid is even hard als eerst.
☐ C Nee, want de trilling is gestopt.
☐ D Nee, want mijn hand houdt het geluid tegen.

- Maak de dunne snaar aan één kant los.
- Maak aan die kant ook de tafel-klem los.
- Zet de klem op 25 cm afstand van de andere klem vast.
- Span de snaar even strak als eerst.
- Laat de snaar weer trillen en luister goed.

5 Is de toon van het geluid hetzelfde als de eerste keer?
☐ A Ja, de toon is hetzelfde.
☐ B Nee, de toon is nu hoger.
☐ C Nee, de toon is nu lager.
☐ D Nee, want ik hoor weer geen geluid.

- Maak de dunne snaar los en haal hem uit de klemmen.
- Span de dikke snaar tussen de klemmen. Niet te strak!
- Laat de snaar trillen en luister goed.

6 De dikke snaar is nu even lang als de dunne snaar die je eruit gehaald hebt.
Toch maken ze niet het zelfde geluid.
Wat is het verschil?
☐ A De toon van de dikke snaar is lager dan die van de dunne snaar.
☐ B De toon van de dikke snaar is hoger dan die van de dunne snaar.
☐ C De toon van de dikke snaar is even hoog als die van de dunne snaar.

- Span de snaar iets strakker en laat de snaar weer trillen.

7 Wat hoor je?
- ☐ A De toon is hoger.
- ☐ B De toon is gelijk gebleven.
- ☐ C De toon is lager.

8 Hoe strakker een snaar is gespannen, hoe LAGER / HOGER zijn toon.

- Maak de dikke snaar aan één kant los.
- Maak aan die kant ook de tafel-klem los.
- Zet de klem weer vast op 50 cm afstand van de andere klem.
- Span de snaar even strak als eerst.
- Laat de snaar weer trillen en luister goed.

9 Wat hoor je?
- ☐ A Een langere snaar geeft een hogere toon.
- ☐ B Lang of kort maakt niet uit, de toon blijft gelijk.
- ☐ C Een langere snaar geeft een lagere toon.

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

25 Maak de zinnen af. Vul de ontbrekende woorden in.

Een lange, dunne snaar geeft een ____________ toon dan een korte, dunne snaar.

Een korte, dikke snaar geeft een ____________ toon dan een lange, dikke snaar.

26 Waarom kun je een stemvork gebruiken om een instrument te stemmen?
- ☐ A Een stemvork geeft altijd de hoogste toon.
- ☐ B Een stemvork geeft altijd de laagste toon.
- ☐ C Een stemvork geeft altijd dezelfde toon.

Frequentie

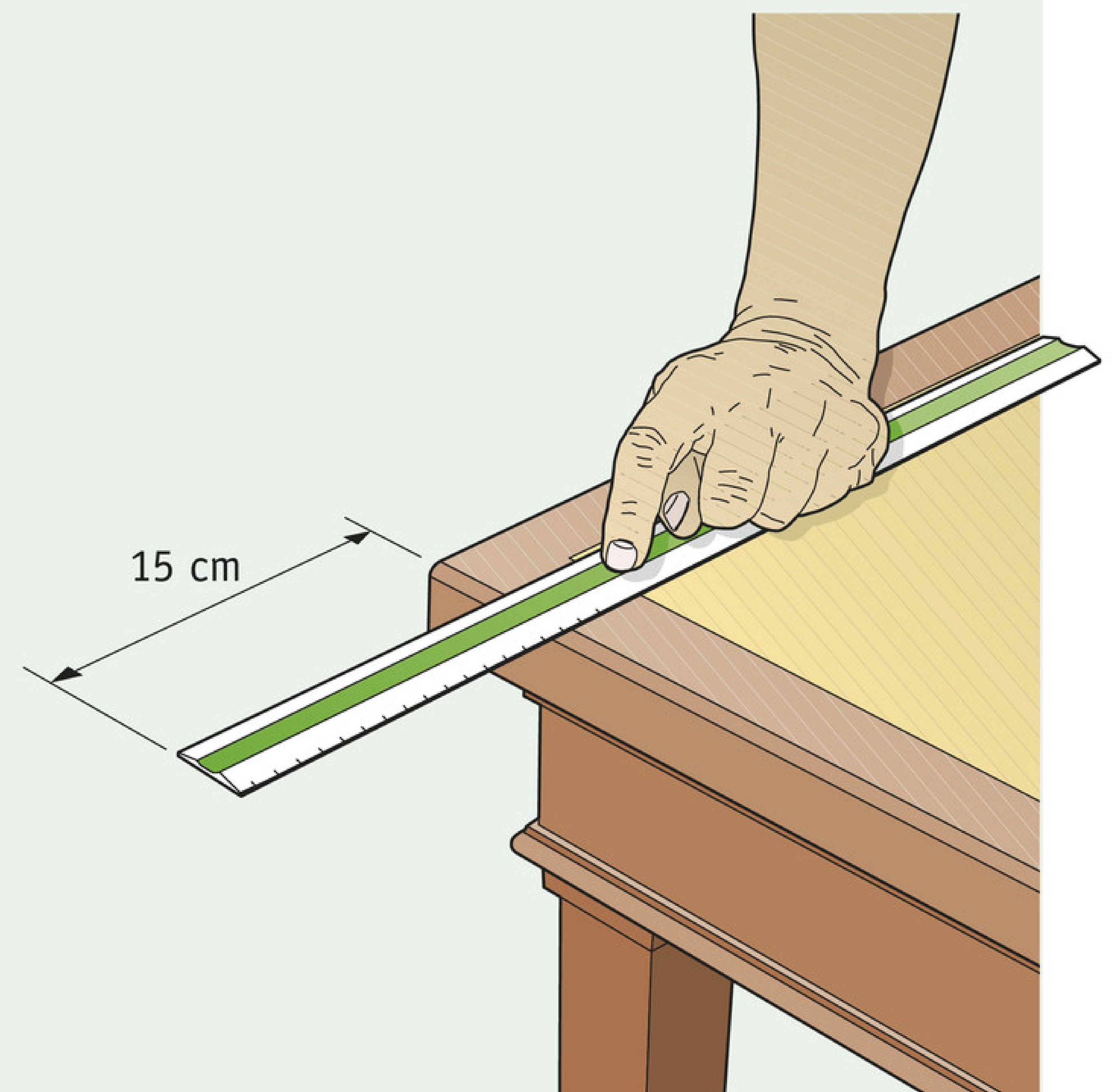
Een dunne, strak gespannen snaar trilt heel snel. Je hoort een hoge toon. Wordt de snaar losser gedraaid, dan trilt de snaar langzamer. Je hoort dan een lagere toon. De snelheid waarmee de snaar trilt, noem je de **frequentie** (zeg: fre-kwent-sie). De frequentie is het aantal trillingen per seconde. Hoe sneller de trilling, hoe groter de frequentie.

Bij 1 trilling per seconde zeg je: de frequentie is 1 **hertz**.
Dus: 1 hertz = 1 trilling per seconde.
Bij 10 trillingen per seconde zeg je: de frequentie is 10 hertz.
Je mag het woord 'hertz' afkorten met de letters **Hz**. Je schrijft: de frequentie is 10 Hz.

Proef 6 Verschillende trillingen

Wat je nodig hebt
- ☐ 1 platte liniaal (of stalen maatlat)
- ☐ 2 verschillende stemvorken

Uitvoering
- Pak de liniaal.
- Duw de liniaal met je hand stevig op je tafel (afbeelding 25).
- Laat de liniaal daarbij 15 cm uitsteken.
- Duw het uiteinde van de liniaal 2 cm naar beneden (afbeelding 26).
- Laat het uiteinde van de liniaal los, door je vinger snel van de liniaal af te schuiven.



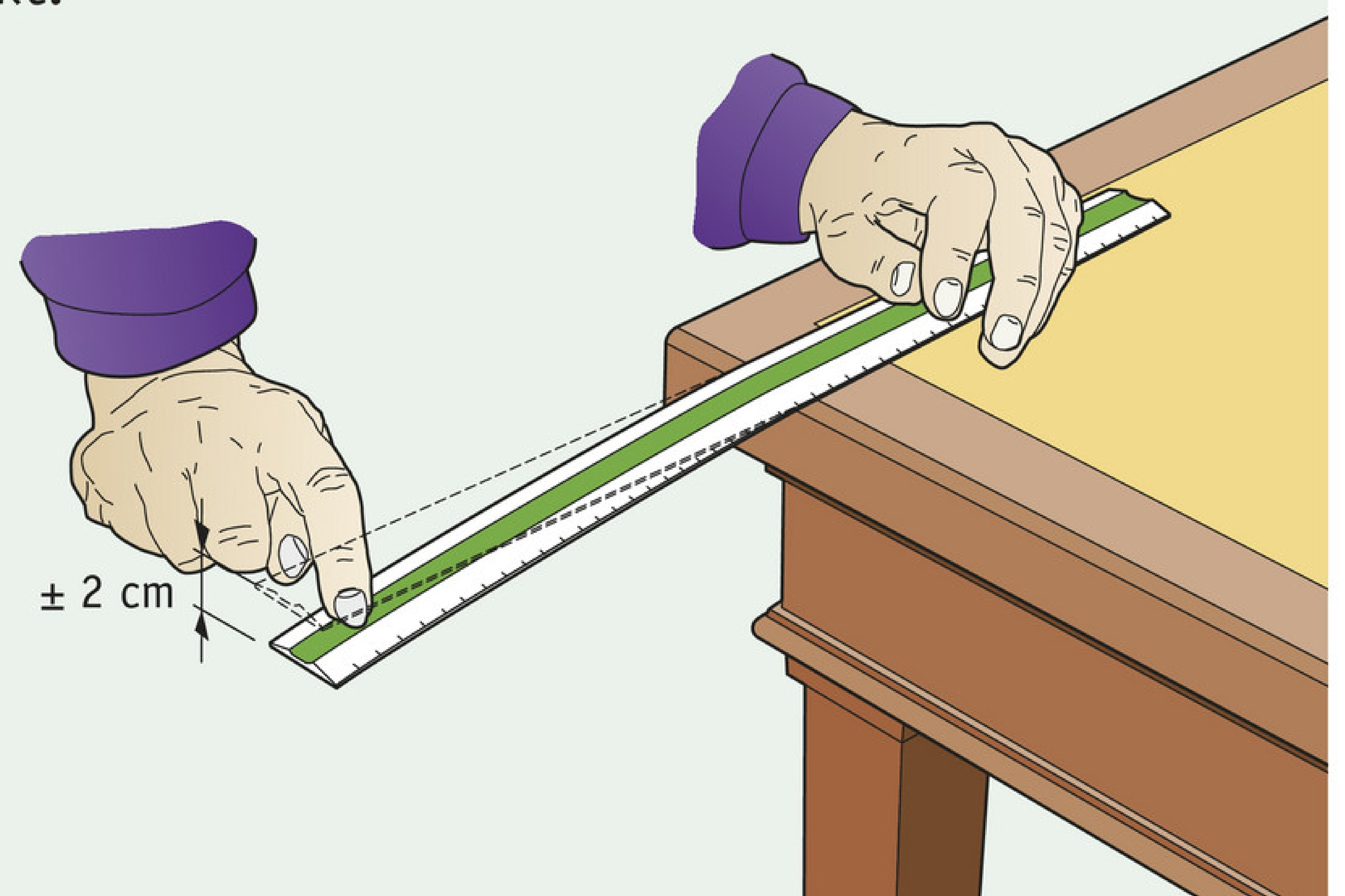
▲ **afbeelding 25**
Zo leg je de liniaal neer.

1 Zie je de liniaal trillen? JA / NEE
De liniaal trilt steeds MEER / MINDER.

- Laat de liniaal nog eens trillen.
- Luister goed of de trillende liniaal geluid maakt.

2 Hoor je geluid? JA / NEE

- Laat de liniaal nu 10 cm uitsteken.
- Laat de liniaal weer trillen.
- Luister goed en kijk naar de liniaal.



▲ **afbeelding 26**
Duw de liniaal zo naar beneden en laat hem dan los.

3 Wat hoor je, nu de liniaal 10 cm uitsteekt?
- ☐ A een hoger geluid dan bij 15 cm uitsteken
- ☐ B hetzelfde geluid als eerst
- ☐ C een lager geluid dan bij 15 cm uitsteken
- ☐ D niets

4 Zie je ook verschil in de trillingen?
- ☐ A Ja, de trillingen zijn langzamer dan eerst.
- ☐ B Nee, de trillingen zijn even snel als eerst.
- ☐ C Ja, de trillingen zijn sneller dan eerst.
- ☐ D Nee, de trillingen zijn niet te zien.

- Laat de liniaal 5 cm buiten de tafel steken.
- Laat hem weer trillen.

5 Wat voor geluid hoor je nu?
- ☐ A een hoger geluid dan bij 10 cm uitsteken
- ☐ B hetzelfde geluid als eerst
- ☐ C een lager geluid dan bij 10 cm uitsteken
- ☐ D niets

6 Kun je de trillingen nog zien?
- ☐ A Ja, zelfs beter.
- ☐ B Ja, maar de trillingen zijn weer sneller.
- ☐ C Nee, er zijn volgens mij geen trillingen.
- ☐ D Nee, de trillingen zijn volgens mij niet meer te zien.

7 Je blijft het geluid niet lang horen.
Hoe komt dat?
- ☐ A Omdat de liniaal lang door blijft trillen.
- ☐ B Omdat de liniaal maar korte tijd trilt.
- ☐ C Omdat de les afgelopen is; zo lang trilt de liniaal door.

8 Welke trilling gaf de hoogste toon?
- ☐ A de langzaamste trilling
- ☐ B de snelste trilling
- ☐ C Het geluid was steeds even hoog.
- ☐ D Het geluid was steeds even hard.

- Pak nu beide stemvorken.
- Bekijk de stemvorken goed.

9 De stemvorken hebben VERSCHILLENDE / DEZELFDE afmetingen.

10 Op de grote stemvork staat het getal ________ .

11 Het getal dat op de stemvork staat, geeft de frequentie van de stemvork aan.
Wat is de frequentie van de grote stemvork?

__________ hertz

12 Op de kleine stemvork staat het getal __________ .

13 Wat is de frequentie van de kleine stemvork?

__________ hertz

- Laat de stemvorken om de beurt trillen.
- Luister goed naar de hoogte van de tonen.

14 De grote stemvork geeft een HOGE / LAGE toon.

15 De kleine stemvork geeft een HOGE / LAGE toon.

- Kijk nog eens naar de frequentie die op de stemvorken staat.
- Laat de stemvorken nog eens trillen.

16 De kleine stemvork heeft de GROOTSTE / KLEINSTE frequentie.
De kleine stemvork geeft de HOOGSTE / LAAGSTE toon.

17 De grote stemvork heeft de GROOTSTE / KLEINSTE frequentie.
De grote stemvork geeft de HOOGSTE / LAAGSTE toon.

18 Je leert uit deze proef:
- Hoe groter de frequentie, hoe HOGER / LAGER de toon.
- Hoe kleiner de frequentie, hoe HOGER / LAGER de toon.

- Ruim alles netjes op.

Je oren horen niet alles

Als de trillingen van geluid heel langzaam zijn, kun je het geluid niet horen. Geluid hoor je pas als er meer dan 20 trillingen per seconde zijn. De frequentie moet dus groter zijn dan 20 hertz.
Als de trillingen van geluid heel snel zijn, kun je het geluid ook niet horen. Je hoort alleen geluid bij minder dan 20 000 trillingen per seconde. De frequentie moet dus lager zijn dan 20 000 hertz.

Mensen horen geluid tussen de 20 en 20 000 hertz. Dit is het **frequentie-bereik** van het gehoor van mensen. Als je ouder wordt, ga je minder goed horen. Vooral hoge tonen kun je dan minder goed horen. Iemand van 70 jaar hoort tonen boven de 14 000 hertz niet meer.

Proef 7 Het frequentie-bereik van je gehoor

Wat je nodig hebt
- ☐ 1 toon-generator
- ☐ 1 luidspreker
- ☐ 2 snoertjes

Uitvoering
- Sluit de luidspreker aan op de toon-generator, zoals in afbeelding 27.
- Zet de toon-generator aan.
- Zet de volume-knop zó, dat je het geluid goed hoort.
- Maak de frequentie lager.

1 Je hoort nu LAGE / HOGE tonen.



▲ **afbeelding 27**
Zo sluit je de luidspreker aan op de toon-generator.

- Maak de frequentie zó laag, dat je de toon nog net hoort.
- Zet het volume hoger, totdat je de toon goed hoort.
- Maak de frequentie nu zo laag mogelijk.
- Zorg dat je de toon nog net kunt horen!
- Kijk op de schaal en lees de frequentie af.

2 De laagste frequentie die ik kan horen, is ______________________ hertz.

- Zet het volume weer een beetje lager.
- Maak de frequentie hoger, zodat je de toon nog net hoort.
- Zet het volume iets hoger.
- Probeer of je nog een iets hogere toon kunt horen.
- Kijk op de schaal en lees de frequentie af.

3 De hoogste frequentie die ik kan horen, is ______________________ hertz.

- Zet de toon-generator uit.
- Ruim alles netjes op.

Opgaven

27 Waardoor wordt geluid gemaakt?
- ☐ A door een frequentie
- ☐ B door een hertz
- ☐ C door trillingen
- ☐ D door je gehoor-orgaan

28 Welke trillingen kun je wel horen?
- ☐ A trillingen lager dan 20 hertz
- ☐ B trillingen tussen 20 hertz en 20 000 hertz
- ☐ C trillingen hoger dan 20 000 hertz
- ☐ D Je kunt alle trillingen horen.

29 Welke trillingen kun je niet horen?

Trillingen lager dan ______ hertz en trillingen hoger dan _____________ hertz.

30 Kunnen mensen alle tonen even goed horen?
- ☐ A Nee, jonge mensen moeten leren luisteren.
- ☐ B Nee, hoe ouder je wordt, hoe beter je kunt horen.
- ☐ C Nee, oudere mensen horen hoge tonen niet meer zo goed.
- ☐ D Ja, iedereen kan alle tonen even goed horen.

31 In tabel 3 staan tien verschillende frequenties. Het volume van het geluid is goed afgesteld.
Kan een mens met een goed gehoor het geluid op deze frequenties horen?
Zet in tabel 3 steeds een kruisje bij ja of nee.

▼ **tabel 3** frequenties die een mens wel of niet kan horen

frequentie	Is dit geluid voor een mens hoorbaar?	
	ja	nee
1200 hertz		
16 hertz		
12 000 hertz		
19 000 hertz		
160 hertz		
30 hertz		
96 hertz		
147 500 hertz		
14 750 hertz		
1 hertz		

Onthouden!

Een snaar-instrument is een muziek-instrument met snaren.
Een lage toon krijg je door:
- lange snaren
- dikke snaren
- losse snaren

Een hoge toon krijg je door:
- korte snaren
- dunne snaren
- strakke snaren

Bij stemmen gebruik je een stemvork of een digitaal stem-apparaat.
Frequentie is het aantal trillingen per seconde.
Bij 1 trilling per seconde is de frequentie 1 hertz.
1 hertz kun je afkorten met 1 Hz.
Hoe hoger de frequentie, hoe hoger de toon.
Hoe lager de frequentie, hoe lager de toon.
Het frequentie-bereik van mensen met een normaal gehoor is 20 Hz tot 20 000 Hz.

5 Geluid-hinder

Heel harde geluiden hoor je niet alleen, soms voel je ze ook. Het geluid bij een pop-concert staat soms zo hard, dat je de lage tonen voelt in je maag.

Hard en zacht geluid

Geluid kan hard zijn of zacht, of iets er tussenin. Bij een mp3-speler kun je dat zelf regelen. Met de volume-knop zet je het geluid harder of zachter. Ook bij de tv en de radio kun je het **volume** regelen. Het volume is hoe hard het geluid klinkt. Een ander woord voor volume is **geluid-sterkte**.

Proef 8 Geluid maken met een reageerbuis

Wat je nodig hebt

☐ 1 reageerbuis

Uitvoering

- Pak een lege reageerbuis.
- Zet hem aan je mond, zoals in afbeelding 28.
- Blaas in de reageerbuis.

1 Je hoort WEL / GEEN geluid.

- Blaas hard in de reageerbuis.

2 Het geluid klinkt ZACHT / HARD.

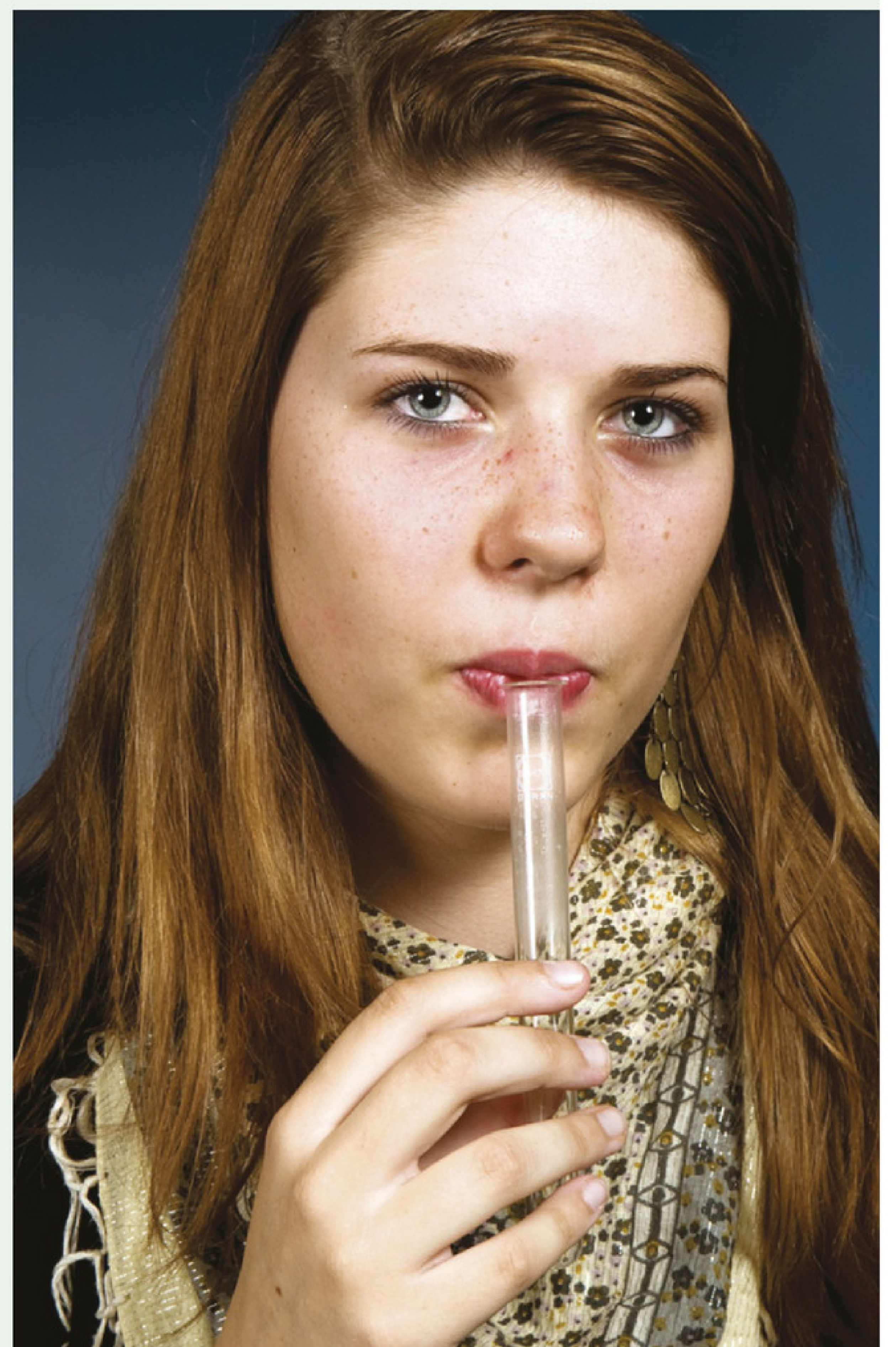
- Blaas zacht in de reageerbuis.

3 Het geluid klinkt ZACHT / HARD.

- Blaas nu met verschillende luchtsterkte in de reageerbuis.

4 Kun je de sterkte van het geluid regelen?

☐ A Nee, het geluid is alleen op één sterkte hoorbaar.
☐ B Nee, het geluid is alleen zacht hoorbaar.
☐ C Nee, het geluid is alleen hard hoorbaar.
☐ D Ja, ik kan het geluid van zacht tot hard regelen.



▲ **afbeelding 28**
Zo blaas je in de reageerbuis.

- Adem diep in.
- Blaas lang achter elkaar in de reageerbuis.
- Probeer in die ene keer blazen het geluid van heel zacht tot heel hard te krijgen.

5 Het geluid is zacht als je erg ZACHT / HARD blaast.
Het geluid is hard als je erg ZACHT / HARD blaast.

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

32 Hoe regel je de geluid-sterkte bij een mp3-speler?
☐ A door erin te blazen
☐ B met de aan/uit-schakelaar
☐ C met de volume-knop
☐ D Het geluid van een mp3-speler is niet regelbaar.

33 Je wilt het geluid van een stemvork zo hard mogelijk maken.
Wat moet je dan doen?
Je moet dan HARD / ZACHT tegen de BOVENKANT / ONDERKANT van de stemvork slaan.

34 Hoe regel je de geluid-sterkte van de televisie?

____

35 Hoe regel je de geluid-sterkte van een piano?

____

36 Je hoort elke dag harde en zachte geluiden.
Schrijf twee harde geluiden op.

____

____

37 Schrijf twee zachte geluiden op.

____

____

38 Zijn alle harde geluiden vervelend om naar te luisteren?

JA / NEE, want ______________________________

______________________________ .

39 Schrijf een geluid op dat zacht is en toch vervelend.

____

40 Wat is een ander woord voor geluid-sterkte?
- ☐ A volume
- ☐ B toonhoogte
- ☐ C decibel
- ☐ D frequentie

De decibel-meter

Hard geluid heeft een grote geluid-sterkte. Zacht geluid heeft een kleine geluid-sterkte. Je kunt de geluid-sterkte meten. In afbeelding 29 meet de politie de geluid-sterkte van een scooter. Ze meten hoeveel **decibel** het geluid is. Decibel is de eenheid van geluid-sterkte. Het geluid van de scooter mag niet meer zijn dan 97 decibel.



▶ **afbeelding 29**
De politie meet de geluid-sterkte in decibel.

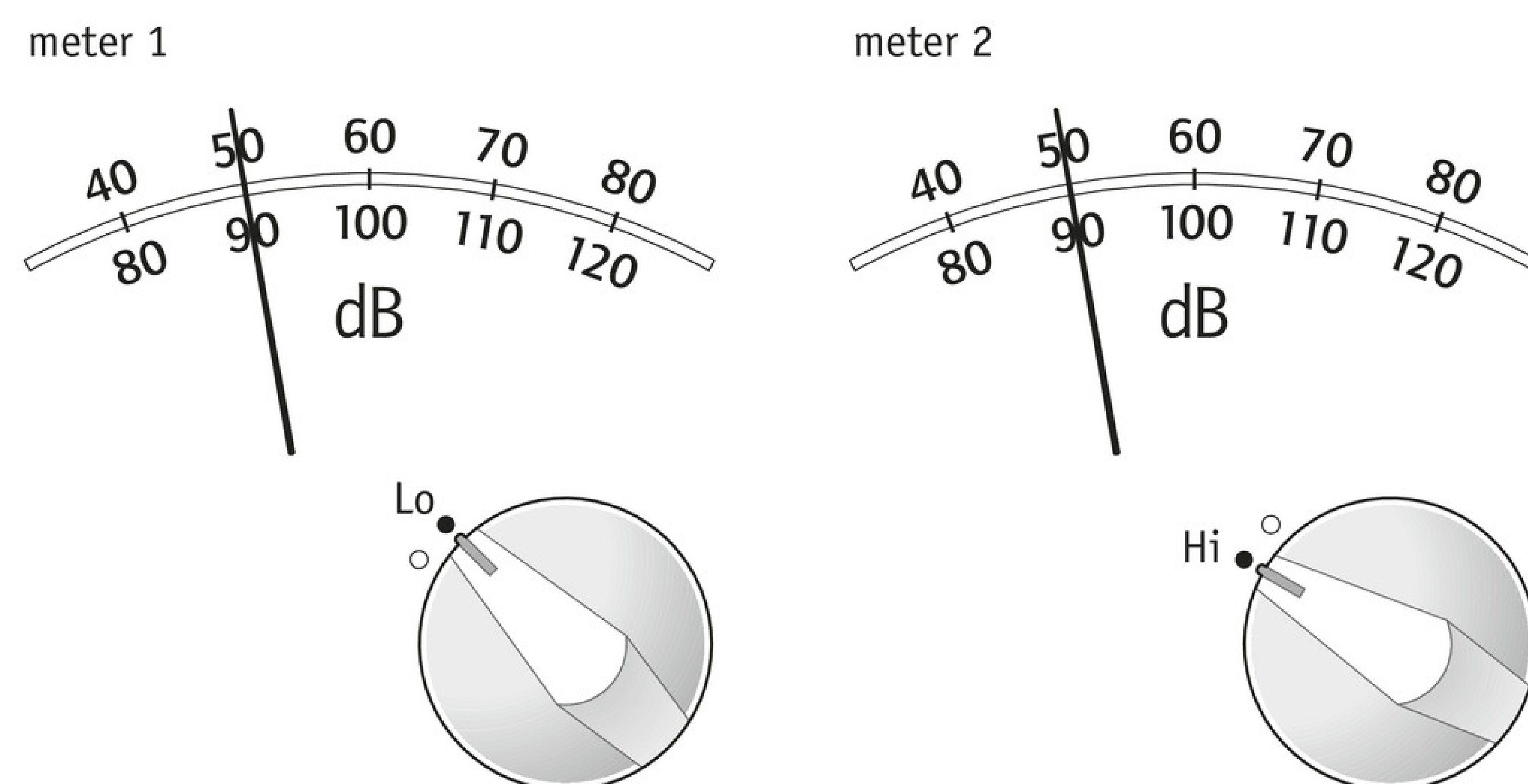
Het apparaat om de geluid-sterkte te meten, heet een **decibel-meter** (afbeelding 30). Een geluid van 10 decibel is heel zacht. Het geluid van je ademhaling is 10 decibel. Het woord decibel kun je afkorten met **dB**. Je schrijft dan: de geluid-sterkte is 10 dB. Een geluid van 100 dB is heel hard. De muziek in een discotheek is soms meer dan 100 dB.



▲ **afbeelding 30**
een decibel-meter

In afbeelding 31 zie je de **schaal** van een decibel-meter. De wijzer beweegt langs de schaal. Op die manier kun je aflezen hoe hard het geluid is. Je ziet getallen boven en onder de schaal. Dat komt omdat de decibel-meter twee standen heeft. Die twee standen zijn: low (laag) en high (hoog).

Bij de keuze-knop staat 'Lo' en 'Hi'. Dat staat voor 'low' en 'high', dus laag en hoog. Bij een zacht geluid kies je voor 'Lo' (laag). Je meet dan het geluid tot 80 dB. De getallen voor 'Lo' staan op de bovenste schaal. Bij een hard geluid zet je de knop op 'Hi' (hoog).



▶ **afbeelding 31**
De decibel-meter heeft twee schalen en twee standen: Lo en Hi.

Dan meet je geluiden tussen 80 en 120 dB. Harde geluiden dus. De getallen voor 'Hi' staan op de onderste schaal.

De knop van meter 1 staat op 'Lo'. Je moet dan de getallen op de bovenste schaal lezen. De wijzer van meter 1 staat op 50 dB. Dat is de geluid-sterkte van een gewoon gesprek.
De knop van meter 2 staat op 'Hi'. Je moet dan de getallen op de onderste schaal lezen. De wijzer van meter 2 staat op 90 dB. Dat is het geluid van de uitlaat van een scooter.

Opgaven

41 Heel zacht geluid heeft een geluid-sterkte van 10 / 100 decibel.
Erg hard geluid heeft een geluid-sterkte van 10 / 100 decibel.

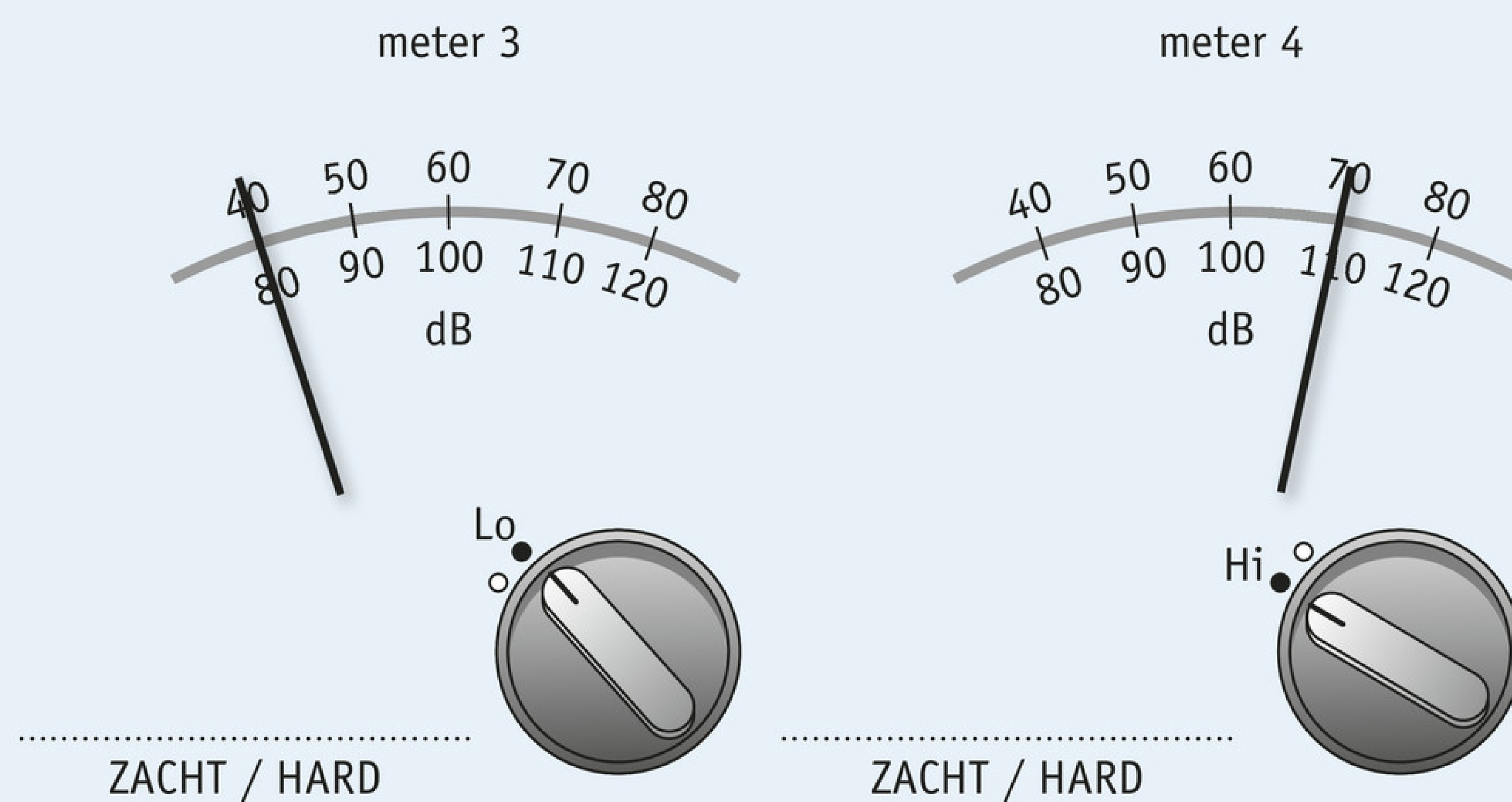
42 Welke eenheid gebruik je om geluid-sterkte te meten?
- ☐ A geluid-bel
- ☐ B decibel
- ☐ C decimeter
- ☐ D geluid-meter

43 Wat meet je met een decibel-meter?
- ☐ A de geluid-sterkte
- ☐ B de toonhoogte
- ☐ C de geluid-hinder
- ☐ D de geluid-duur

44 Kijk naar afbeelding 31. Meter 1 wijst 50 decibel aan. Meter 2 wijst 90 decibel aan.
Hoe zie je dat?

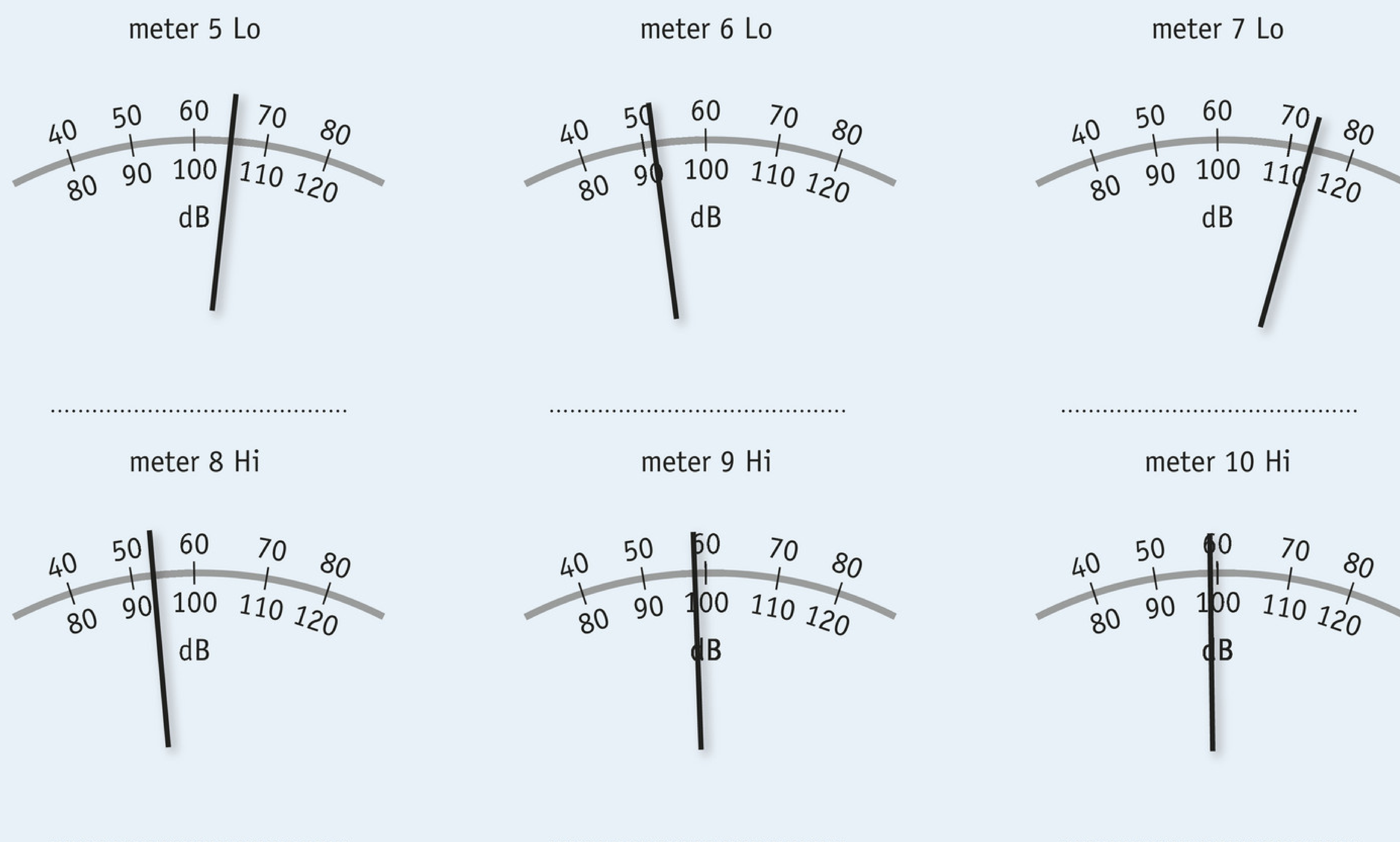
- ☐ A aan de stand van de wijzer
- ☐ B De wijzer geeft 50, maar ook 90 decibel aan.
- ☐ C 50 decibel, omdat de keuze-knop op Lo staat en 90 decibel, omdat hij op Hi staat
- ☐ D 50 decibel, omdat de keuze-knop op Hi staat en 90 decibel, omdat hij op Lo staat

45 In afbeelding 32 staan twee decibel-meters. Zet bij elke meter wat de wijzer aangeeft.
Is het geluid bij meter 3 en meter 4 zacht of hard? Streep door wat fout is.



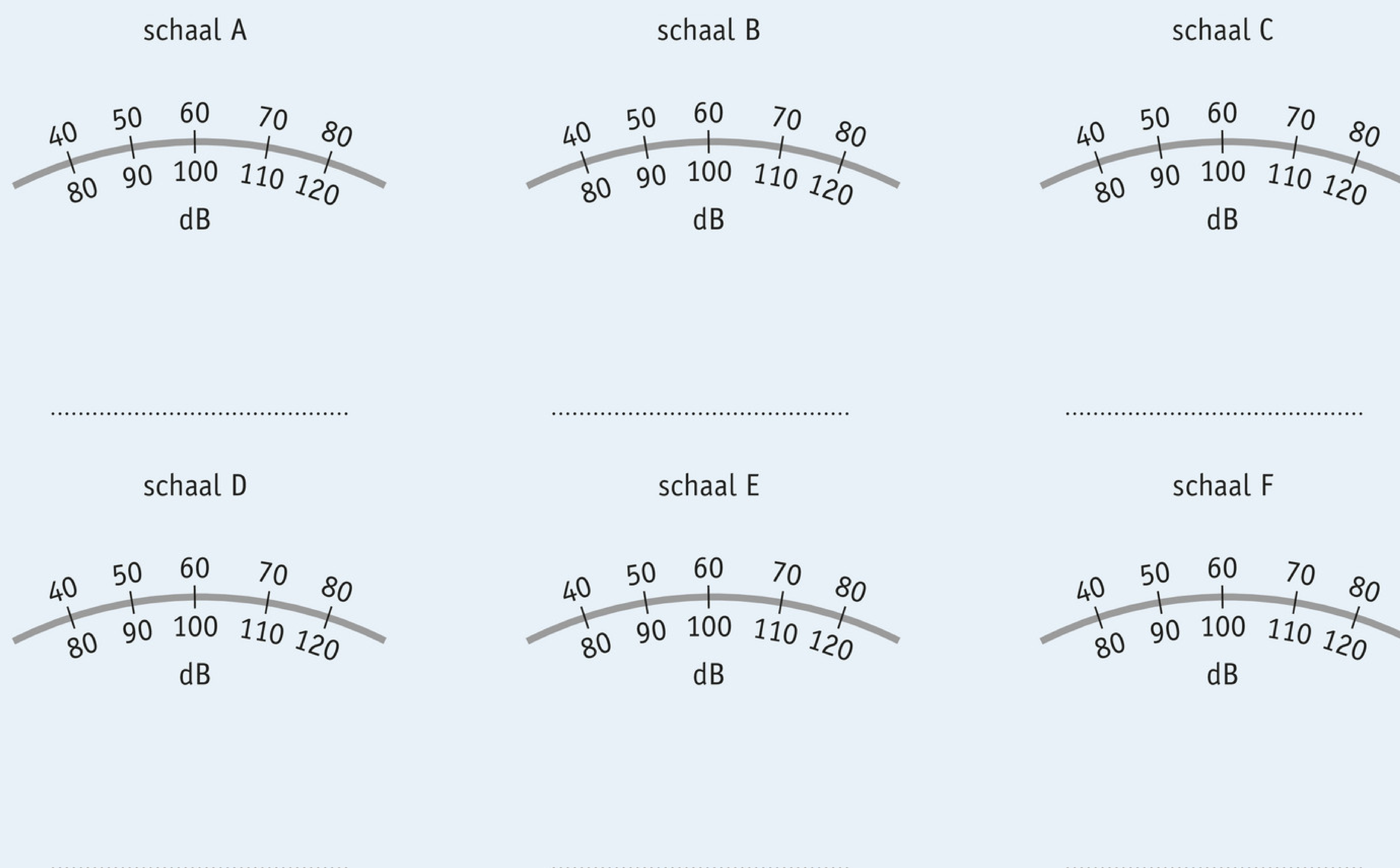
▲ **afbeelding 32**
twee metingen met een decibel-meter

46 In afbeelding 33 staan zes decibel-meters.
Schrijf onder elke meter de geluid-sterkte die de meter aangeeft.
Let op. Bij de meters 5, 6 en 7 staat de keuze-knop op Lo.
Bij de meters 8, 9 en 10 staat de keuze-knop op Hi.



▲ **afbeelding 33**
zes verschillende geluid-sterkten

47 In afbeelding 34 staan zes decibel-meters.
Teken in elke decibel-meter de wijzer op de juiste plaats.
schaal A: 70 dB
schaal B: 120 dB
schaal C: 44 dB
schaal D: 68 dB
schaal E: 82 dB
schaal F: 51 dB
Schrijf onder de schaal of de keuze-knop op Lo of op Hi staat.



▲ **afbeelding 34**
zes verschillende meterstanden

De gehoor-drempel

Een heel zacht geluid kun je niet horen. Wordt het geluid een beetje harder, dan kun je het wel horen. Het zachtste geluid dat je nog kunt horen, noem je de **gehoor-drempel**. Je kunt ook zeggen: de gehoor-drempel is de kleinste geluid-sterkte die je kunt horen. Als het geluid nog zachter wordt, dan hoor je het niet meer. De gehoor-drempel is niet voor alle mensen hetzelfde.

Proef 9 De gehoor-drempel

Wat je nodig hebt
- ☐ 1 toon-generator
- ☐ 1 luidspreker
- ☐ 1 decibel-meter
- ☐ 2 snoeren

Uitvoering
- Sluit de luidspreker aan op de toon-generator.
- Stel de toon-generator in op een frequentie van 50 hertz.
- Zet het volume zó dat je het geluid net kunt horen.

1 Heeft het geluid dat je hoort een lage of een hoge toon?
Een frequentie van 50 hertz is een LAGE / HOGE toon.

- Zet de volume-knop op nul.

2 Hoor je nu nog geluid uit de luidspreker? JA / NEE

- Zet de decibel-meter aan.

3 Staat de decibel-meter nu op nul? JA / NEE

4 Waar komt het geluid vandaan dat de decibel-meter aangeeft?
- ☐ A van de meter zelf
- ☐ B uit de luidspreker
- ☐ C uit de klas
- ☐ D van de toon-generator

- Houd de decibel-meter bij de luidspreker.
- Kijk wat de meter aangeeft.

5 Hoeveel dB geeft de meter aan? ____________________________ dB

- Zet het volume langzaam iets harder.
- Ga door tot je nét geluid hoort uit de luidspreker. Dit is jouw gehoor-drempel voor deze frequentie.
- Houd de decibel-meter vlakbij de luidspreker.

6 Hoeveel dB geeft de meter aan?
Schrijf je antwoord in tabel 4 bij 50 hertz.

▼ **tabel 4** gehoor-drempel bij verschillende frequenties

frequentie	gehoor-drempel
50 hertz	dB
100 hertz	dB
200 hertz	dB
1000 hertz	dB
4000 hertz	dB

- Zet de volume-knop op 0.
- Stel de toon-generator in op 100 hertz.
- Zet het volume langzaam harder, tot je nét geluid hoort.
- Meet de geluid-sterkte met de decibel-meter.
- Schrijf de gemeten waarde in tabel 5 bij 100 hertz.
- Zet de volume-knop weer op nul.
- Stel de toon-generator in op 200 hertz.
- Zet het volume harder, tot je weer nét geluid hoort.
- Meet de geluid-sterkte met de decibel-meter.
- Schrijf de gemeten waarde op de juiste plaats in de tabel.
- Doe hetzelfde voor de frequenties van 1000 hertz en 4000 hertz.

7 De gemeten geluid-sterkte is WEL / NIET bij elke frequentie hetzelfde.

8 Mijn gehoor-drempel voor geluid van 100 hertz is ________________________ dB.

9 Kun je een geluid van 50 hertz horen, als de geluid-sterkte 20 decibel is?

JA / NEE, want dat ligt ONDER / BOVEN mijn gehoor-drempel.

- Kijk naar jouw antwoorden in tabel 4.

10 Mijn gehoor-drempel is het laagst bij een frequentie van ________________________ hertz.

- Kijk weer in tabel 4.

11 Mijn gehoor-drempel is het hoogst bij een frequentie van ________________________ hertz.

12 Om een geluid te kunnen horen, moet de geluid-sterkte ONDER / BOVEN de gehoor-drempel liggen.

- Ruim alles netjes op.

De pijngrens

In tabel 5 zie je de geluid-sterkte bij verschillende situaties. Een geluid van meer dan 80 dB is erg hard. Je kunt wel naar dit geluid luisteren, maar liever niet te lang. Als je er lang naar luistert, kun je je gehoor beschadigen. Een mp3-speler op vol volume is al meer dan 80 dB!

▼ **tabel 5** sterkte van het geluid in verschillende situaties

voorbeeld	geluid-sterkte	geluid-ervaring
pijngrens	140 dB	KEIHARD
pop-concert	130 dB	
toeterende auto op 2 m	120 dB	
drilboor	110 dB	
discotheek	100 dB	
trein op 25 m	90 dB	HARD
drukke autoweg	80 dB	
stofzuiger op 1 m	70 dB	
een klas aan het werk	60 dB	ZACHT
rustige straat overdag	50 dB	
fluisteren	40 dB	
bladeren in de wind	30 dB	STIL
horloge	20 dB	
ademen	10 dB	
gehoor-drempel	0 dB	

Een geluid van 100 dB is nog harder. Als je lange tijd of vaak naar dit geluid luistert, beschadig je je gehoor. Je gaat dan minder goed horen. Dat merk je vaak pas na een aantal jaren.
En geluid van 140 dB doet pijn aan je oren. Deze geluid-sterkte noem je de **pijngrens**. Een geluid dat zo hard is, is heel erg slecht voor je gehoor. Je wordt doof als je er lang of vaak naar luistert.

Gehoor-schade

Als je veel of vaak naar hard geluid luistert, kun je je gehoor beschadigen. Je krijgt **gehoor-schade**. Als je gehoor eenmaal beschadigd is, dan wordt het nooit meer beter. Je hoort voor altijd slecht.

Machines en apparaten in een bedrijf maken vaak veel geluid. Daar moeten mensen **gehoor-beschermers** dragen (afbeelding 35). Op die manier blijft hun gehoor gezond.



▲ **afbeelding 35**
In een bedrijf waar veel geluid is, moet je gehoor-beschermers dragen.

Opgaven

48 Bij een concert sta je heel dicht bij de luidsprekers. Het geluid is daar zo hard, dat het over je pijngrens heengaat.
Het geluid dat je hoort, doet dan WEL / NIET pijn aan je oren.

49 Kijk naar tabel 5 op bladzijde 139. Hoe hard is het geluid van de pijngrens?
- ☐ A meer dan 80 dB
- ☐ B meer dan 120 dB
- ☐ C meer dan 130 dB
- ☐ D 140 dB en meer

50 De pijngrens is voor iedereen verschillend. Jij kunt al pijn aan je oren hebben bij bijvoorbeeld 132 dB.
Kan je gehoor beschadigen door geluid dat over jouw pijngrens gaat?
Hierdoor kan je gehoor WEL / NIET meteen beschadigen.

51 Welke geluiden veroorzaken zeker schade aan je oren?
- ☐ A geluiden onder de 20 hertz
- ☐ B geluiden onder de 80 decibel
- ☐ C geluiden boven de 140 decibel
- ☐ D geluiden boven de 20 000 hertz

52 Een geluid van 90 dB ligt ver onder de pijngrens.
Hoe komt het dat een geluid van 90 dB toch je gehoor kan beschadigen?
- ☐ A Je hebt het geluid dan voor het eerst gehoord.
- ☐ B Je hebt het geluid dan te lang achter elkaar gehoord.
- ☐ C Je hebt het geluid elke dag even gehoord.
- ☐ D Je lag te slapen en bent wakker geworden van het geluid.

53 Hoe kun je met een mp3-speler je gehoor beschadigen?

____

+54 Schrijf vier machines op die veel geluid-hinder veroorzaken.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

55 Welk gevaar lopen muzikanten van een popgroep?

____

Proef 10 Bescherming van je gehoor tegen geluid

Wat je nodig hebt
- ☐ 1 decibel-meter
- ☐ 1 mp3-speler
- ☐ 1 duimstok of maatlat
- ☐ 1 deurbel
- ☐ 1 voeding voor de deurbel
- ☐ 2 snoeren
- ☐ 1 doos van piepschuim
- ☐ gehoor-beschermers

Uitvoering
- Houd de decibel-meter op 30 cm van de dopjes van de mp3-speler.
- Zet de mp3-speler aan.
- Zet het geluid zo hard mogelijk.
- Lees de geluid-sterkte af op de decibel-meter.

1 Hoeveel dB is de geluid-sterkte op 30 cm? ______________ dB
Schrijf die waarde in tabel 6 op bladzijde 142 bij '30 cm' onder gemeten geluid-sterkte.

- Meet nu de geluid-sterkte van de mp3-speler op de andere afstanden in de tabel.

2 Schrijf de gemeten waarden in tabel 6.

▼ **tabel 6** de geluid-sterkte bij een mp3-speler

afstand tot de mp3-speler	gemeten geluid-sterkte
30 cm	dB
20 cm	dB
10 cm	dB
0 cm	dB

3 Kan een mp3-speler geluid geven dat schadelijk is voor je gehoor? JA / NEE

4 Waarom is het niet verstandig je mp3-speler zo hard mogelijk te zetten?
- ☐ A De batterijen zijn bijna direct leeg.
- ☐ B Dan gaat de mp3-speler snel kapot.
- ☐ C Dan kan je gehoor beschadigen.
- ☐ D Dan klaagt je buurman over geluid-overlast.

5 Kijk naar de geluid-sterkte en de afstanden tot de mp3-speler in tabel 6.
Wanneer is de geluid-sterkte het laagst?
- ☐ A op 30 cm afstand
- ☐ B op 20 cm afstand
- ☐ C op 10 cm afstand
- ☐ D op 0 cm afstand

6 Wat kun je doen als je last hebt van geluid?
- ☐ A dichter naar de geluid-bron toe gaan
- ☐ B niets, het geluid klinkt overal even hard
- ☐ C verder van de geluid-bron af gaan

- Zet de mp3-speler uit.
- Sluit de deurbel aan op de voeding, zoals in afbeelding 36.
- Vraag je leraar de opstelling te controleren.
- Schakel de voeding in. De deurbel moet nu werken.
- Houd de decibel-meter op 25 cm van de deurbel.



▲ **afbeelding 36**
Zo sluit je de bel aan op de voeding.

7 Hoeveel dB geeft de decibel-meter aan?

______________________ dB

Schrijf die waarde in tabel 7 bij 0,25 m.

▼ **tabel 7** de geluid-sterkte van de deurbel op verschillende afstanden

afstand tot de deurbel	gemeten geluid-sterkte
0,25 m	dB
0,5 m	dB
1 m	dB
2 m	dB
3 m	dB
4 m	dB

- Houd de decibel-meter nu op 50 cm afstand.
- Schrijf de gemeten waarde in de tabel bij 0,5 m.
- Meet de geluid-sterkte van de deurbel op alle afstanden in tabel 7.

8 Schrijf de gemeten waarden in de tabel.

9 Wat gebeurt er met de geluid-sterkte, als de afstand tot de deurbel groter wordt?

☐ A De geluid-sterkte wordt kleiner.
☐ B De geluid-sterkte wordt niet kleiner en niet groter.
☐ C De geluid-sterkte wordt groter.

- Zet de doos van piepschuim over de deurbel.
- Houd de decibel-meter weer 25 cm van de deurbel af.
- Meet de geluid-sterkte van de deurbel.

10 Hoeveel dB geeft de decibel-meter aan?
Schrijf je antwoord in tabel 8 bij 0,25 m.

▼ **tabel 8** de geluid-sterkte van de deurbel met isolatie op verschillende afstanden

afstand tot de deurbel	gemeten geluid-sterkte met isolatie
0,25 m	dB
0,5 m	dB
1 m	dB
2 m	dB
3 m	dB
4 m	dB

- Meet weer de geluid-sterkte van de deurbel op alle afstanden in tabel 8.

11 Schrijf de gemeten waarden in de tabel.

12 Wat gebeurt er met de geluid-sterkte, als de doos van piepschuim over de deurbel staat?

☐ A De geluid-sterkte wordt kleiner.
☐ B De geluid-sterkte blijft gelijk.
☐ C De geluid-sterkte wordt groter.
☐ D De geluid-sterkte is niet meer te meten.

- Haal de doos van de deurbel af.
- Zet de gehoor-beschermers op.
- Luister nu naar de deurbel.
- Zet de gehoor-beschermers weer af.
- Luister weer naar de deurbel.

13 Welk verschil merk je als je de gehoor-beschermers op hebt?

Met de gehoor-beschermers op hoor ik het geluid veel ______________________________ .

14 Welk voordeel heeft het dragen van gehoor-beschermers bij hard geluid?

☐ A Gehoor-beschermers voorkomen dat je gehoor beschadigt.
☐ B Door gehoor-beschermers krijg je geen koude oren.
☐ C Gehoor-beschermers voorkomen dat het geluid harder wordt.
☐ D Door gehoor-beschermers kun je geen hoge tonen meer horen.

15 Sommige mensen moeten werken bij machines die harde geluiden maken.
Wat raad jij die mensen aan?

____

- Ruim alles netjes op.



▲ **afbeelding 37**
Ook mobiele telefoons kunnen hinderlijk geluid maken.

Geluid-hinder

Geluid dat niet schadelijk is voor je gehoor, kan wél hinderlijk zijn. Hinderlijk betekent storend of vervelend. Als je last hebt van geluid, noem je dat **geluid-hinder**. Niet iedereen vindt dezelfde geluiden hinderlijk. Verkeers-lawaai of herrie van de buren vinden veel mensen hinderlijk. Telefoons en harde muziek vinden sommige mensen ook hinderlijk (afbeelding 37).

Door geluid-hinder kunnen mensen problemen krijgen met slapen. Dat is slecht voor hun gezondheid. Bij een drukke autoweg zijn daarom maatregelen nodig om geluid-hinder tegen te gaan. Bijvoorbeeld:
- asfalt dat minder geluid maakt
- autobanden die minder geluid maken
- een geluid-wal of geluid-scherm langs de weg (afbeelding 38)
- glas dat minder geluid doorlaat in de ramen van huizen vlak bij de snelweg



▶ **afbeelding 38**
een geluid-wal bij een snelweg

Opgaven

56 Je weet WEL / NIET wanneer geluid hinderlijk is, want dat is voor iedereen HETZELFDE / VERSCHILLEND.

57 Schrijf drie voorbeelden op waarbij je last hebt van geluid-hinder.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

58 Hoe kan iemand in een auto rijden met zo weinig mogelijk geluid-hinder?

- ☐ A door rustig te rijden, niet harder dan nodig is
- ☐ B door flink hard te scheuren
- ☐ C door het volume van de radio zo hard mogelijk te zetten
- ☐ D door met open dak te rijden

59 Waarom vinden sommige mensen dat een vliegveld niet in de buurt van een grote stad mag liggen?

____

60 Stel je voor: je moet de geluid-hinder van een drukke verkeersweg verminderen. Schrijf drie maatregelen op die je dan kunt nemen.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

+61 Waarom slaap jij wel of niet gemakkelijk als er harde geluiden in je omgeving worden gemaakt?

____

____

____

____

Onthouden!

Volume is een ander woord voor geluid-sterkte.
Geluid-sterkte meet je met een decibel-meter.
Een decibel-meter heeft twee standen: Lo en Hi.
De eenheid van geluid-sterkte is decibel (dB).
10 dB is zacht geluid, 100 dB is hard geluid.
De gehoor-drempel is de kleinste geluid-sterkte die je nog kunt horen.
Bij de pijngrens gaat geluid pijn doen aan je oren.
Geluid boven 80 dB kan je gehoor beschadigen.
Gehoor-beschermers beschermen je oren tegen hard geluid.
Bij geluid-hinder heb je last van geluid.
Tegen geluid-hinder kun je maatregelen nemen.

6 Test Jezelf

Waar / niet waar-vragen

	waar	niet waar
1 Geluid hoor je bijna overal.		
2 Geluid is een trilling die gemaakt wordt door een geluid-bron.		
3 Een hard geluid komt door een snelle trilling.		
4 Geluid komt bij je oor door trillende lucht.		
5 Een korte, dunne snaar geeft een lage toon.		
6 Een hoge toon heeft een hoge frequentie.		
7 Een mens kan alle trillingen horen.		
8 Geluid-sterkte meet je met een decibel-meter.		
9 De gehoor-drempel is hetzelfde als de pijngrens.		
10 Geluid-hinder kan slecht zijn voor de gezondheid.		
11 Een klank-kast zorgt dat het geluid harder wordt.		
12 De stembanden zijn een geluid-bron van de mens.		
13 Een geluid-wal is gemaakt om water tegen te houden.		
14 Frequentie kun je meten met een decibel-meter.		
15 Een piano is een snaar-instrument.		
16 Alle snaar-instrumenten hebben evenveel snaren.		
17 Frequentie is het aantal trillingen per seconde.		
18 Mensen kunnen alle geluid horen dat lager is dan 100 hertz.		
19 Een gehoor-beschermer vermindert de sterkte van het geluid in je oor.		
20 Geluid met een sterkte van 100 dB is prettig om naar te luisteren.		

Meerkeuze-vragen

1 Je slaat een stemvork aan en voelt boven aan de stemvork.
Wat voel je dan?
- ☐ A Je voelt niets.
- ☐ B De stemvork trilt.
- ☐ C Je voelt dat de stemvork geluid maakt.
- ☐ D Je voelt dat de stemvork omhoog en omlaag beweegt.

2 Een mens kan niet alle trillingen horen.
Welke trillingen hoort een mens wel?
- ☐ A trillingen onder 20 hertz
- ☐ B trillingen tussen 20 hertz en 20 000 hertz
- ☐ C trillingen boven 20 000 hertz
- ☐ D trillingen onder 10 hertz en boven 30 000 hertz

3 In een fabriek is soms schadelijk geluid.
Wat is schadelijk geluid?
- ☐ A geluid dat boven de gehoor-drempel ligt
- ☐ B geluid dat uit een mp3-speler komt
- ☐ C Schadelijk geluid is hetzelfde als hinderlijk geluid.
- ☐ D geluid dat je gehoor kan beschadigen

4 Een stemvork wordt gebruikt bij het stemmen van een muziek-instrument.
Welke toon geeft een stemvork?
- ☐ A Een stemvork geeft altijd de hoogste toon.
- ☐ B Een stemvork geeft altijd de laagste toon.
- ☐ C Een stemvork geeft altijd verschillende tonen.
- ☐ D Een stemvork geeft altijd dezelfde toon.

5 Welk voordeel heeft het dragen van gehoor-beschermers bij hard geluid?
- ☐ A Gehoor-beschermers voorkomen dat je gehoor wordt beschadigd.
- ☐ B Gehoor-beschermers voorkomen dat je koude oren krijgt.
- ☐ C Gehoor-beschermers voorkomen dat het geluid harder wordt.
- ☐ D Gehoor-beschermers voorkomen dat je de hoge tonen hoort.

6 Hoeveel trillingen maakt een geluid met een frequentie van 50 Hz?
- ☐ A 50 trillingen in 1 seconde
- ☐ B 1 trilling in 50 seconden
- ☐ C 50 trillingen in 1 uur
- ☐ D 50 trillingen in 50 seconden

7 Je legt een liniaal op tafel, zodat een uiteinde over de rand van de tafel steekt. De liniaal steekt 20 cm buiten de tafel. Je laat de liniaal trillen. Dan doe je dit nog een keer, maar nu steekt de liniaal 5 cm buiten de tafel.
Wanneer krijg je de hoogste toon?
- ☐ A bij een lengte van 5 cm
- ☐ B bij een lengte van 20 cm
- ☐ C Het maakt geen verschil.
- ☐ D Het maakt alleen verschil in de sterkte van het geluid.

8 Bij welke geluid-sterkte moet je altijd gehoor-beschermers dragen?
- ☐ A bij 20 dB
- ☐ B bij 50 dB
- ☐ C bij 80 dB
- ☐ D bij 120 dB

9 Een gitarist speelt op zijn gitaar. Soms slaat hij de snaren hard aan, soms zacht. Je hoort dan verschil in geluid.
Wat hoor je als de gitarist de snaren hard aanslaat?
- ☐ A Dan zijn de tonen lager.
- ☐ B Dan zijn de tonen hoger.
- ☐ C Dan is het geluid harder.
- ☐ D Dan is het geluid zachter.

10 Welke stemvork maakt het laagste geluid?
- ☐ A een stemvork van 220 Hz
- ☐ B een stemvork van 440 Hz
- ☐ C een stemvork van 880 Hz
- ☐ D een stemvork van 2200 Hz

Open vragen

1 Welke drie dingen heb je nodig om geluid te kunnen horen? (Denk aan: waar komt het geluid vandaan, waardoor verplaatst het geluid zich en waarmee kun je het geluid horen?)

– ____________________

– ____________________

– ____________________

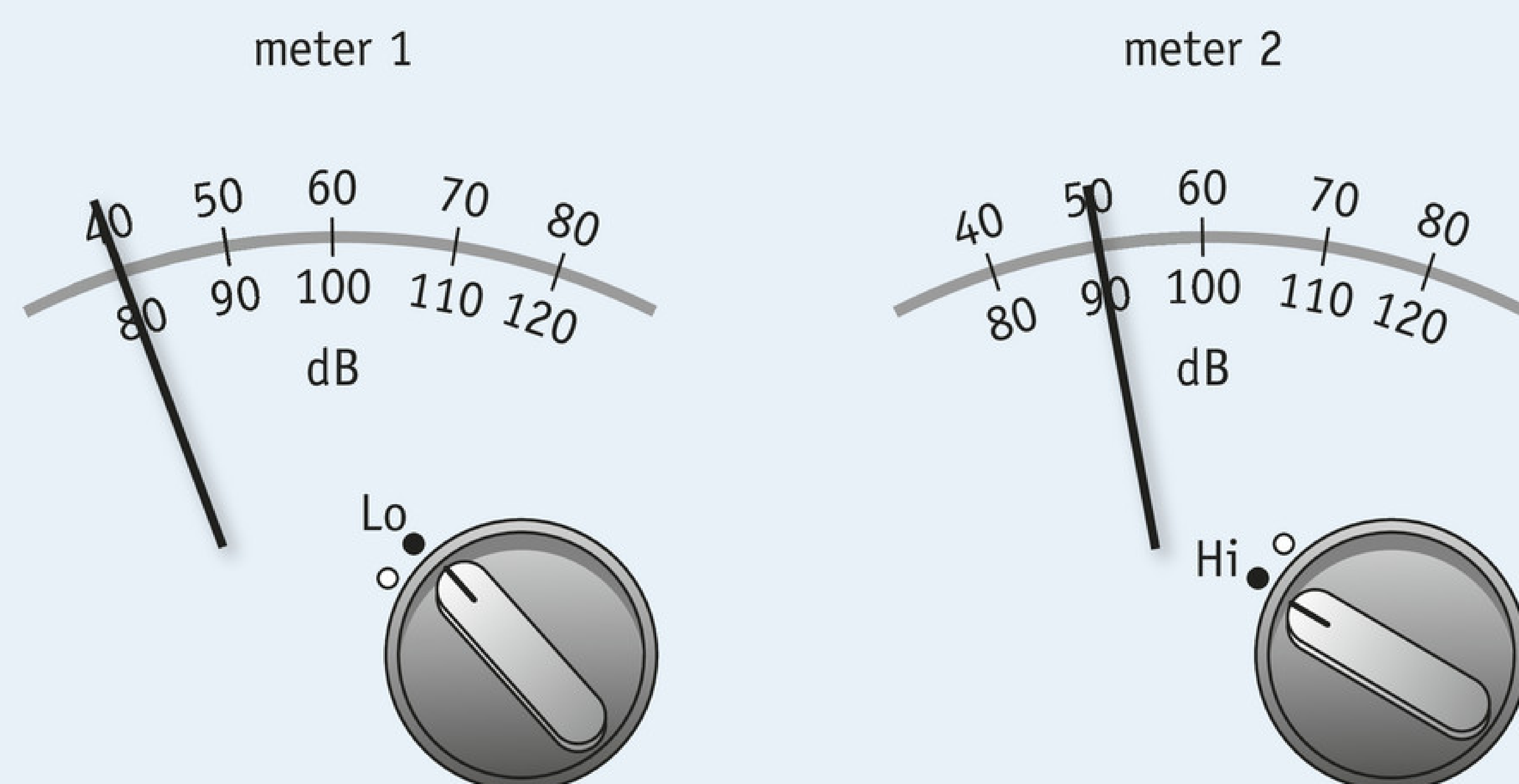
2 Waarom heeft een gitaar een klank-kast?

De klank-kast is gemaakt om ____

____

____

3 Op school wordt in twee verschillende lokalen het geluid gemeten (afbeelding 39). In lokaal 1 is niemand aanwezig. Meter 1 geeft de gemeten geluid-sterkte in lokaal 1 aan. In lokaal 2 wordt les gegeven. Meter 2 geeft de geluid-sterkte in lokaal 2 aan.



▲ **afbeelding 39**
twee verschillende metingen van geluid

Hoe groot is de gemeten geluid-sterkte?

Meter 1 geeft een geluid-sterkte aan van ____________ .

Meter 2 geeft een geluid-sterkte aan van ____________ .

4 Wanneer heb jij last van geluid-hinder?
Schrijf drie voorbeelden op.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

5 Wat kan er gebeuren als je vaak uitgaat in een discotheek met harde muziek?

____

____

____



8 Licht

Inhoud

Startvraag

De zon geeft ons overdag licht. Als het buiten donker is, gebruik je andere lichtbronnen om te kunnen zien. Schrijf vijf dingen op die licht geven.

____

____

____

____

____

1 Zonder licht zie je niets

Je hebt licht nodig om te kunnen zien. Zonder licht zie je niets. Je hebt verschillende soorten licht.

Lichtbronnen

Licht komt van een lichtbron. De zon, een ster, een vuur of de bliksem zijn lichtbronnen in de natuur. Je noemt dit **natuurlijke lichtbronnen**. De lichtbronnen geven licht zonder dat mensen er iets voor doen (afbeelding 1).



▶ **afbeelding 1**
Een bliksem-flits is een natuurlijke lichtbron.



▲ **afbeelding 2**
Een lamp is een kunstmatige lichtbron.

Andere lichtbronnen zijn:
– een lamp
– een kaars
– een flitser
– een zaklamp
– een olielamp
– een tl-buis
– een led-lamp

Deze lichtbronnen zijn door mensen gemaakt. Je noemt ze **kunstmatige lichtbronnen** (afbeelding 2).

Opgaven

1 De zon is een lichtbron in de natuur.
Schrijf nog twee natuurlijke lichtbronnen op.

---

2 In de kerstboom branden lampjes.
Is kerstboom-verlichting een natuurlijke of een kunstmatige lichtbron?
Een NATUURLIJKE / KUNSTMATIGE lichtbron, want de lampjes zijn WEL / NIET door mensen gemaakt.

3 Vroeger gebruikten de mensen kaarsjes als kerstboom-verlichting.
Zijn kaarsjes een natuurlijke of een kunstmatige lichtbron?
Een NATUURLIJKE / KUNSTMATIGE lichtbron, want de kaarsjes zijn WEL / NIET door mensen gemaakt.

4 Carl en Elisa staan op een afstand naar een bosbrand te kijken. De bosbrand is begonnen na een blikseminslag.
Is het licht van de brand natuurlijk of kunstmatig?
NATUURLIJK / KUNSTMATIG, want bomen en struiken zijn WEL / NIET door mensen gemaakt.

5 Mohammed en Sharon zijn verliefd op elkaar. Ze zitten 's avonds op een bankje en kijken naar de sterren. Het enige licht om hen heen komt van de sterren.
Zij worden verlicht door NATUURLIJK / KUNSTMATIG licht.

6 Marion en Patrick kijken met Oud en Nieuw naar het vuurwerk. Marion zegt dat ze dit een prachtige, natuurlijke verlichting vindt. Patrick zegt dat hij het licht ook prachtig vindt, maar dat het geen natuurlijke verlichting is.
Wie heeft gelijk en waarom?
MARION / PATRICK, want vuurwerk is WEL / NIET door mensen gemaakt.

7 In tabel 1 staan zes lichtbronnen.
Is de lichtbron natuurlijk of kunstmatig? Zet een kruisje in de juiste kolom.

▼ **tabel 1** natuurlijke of kunstmatige lichtbronnen?

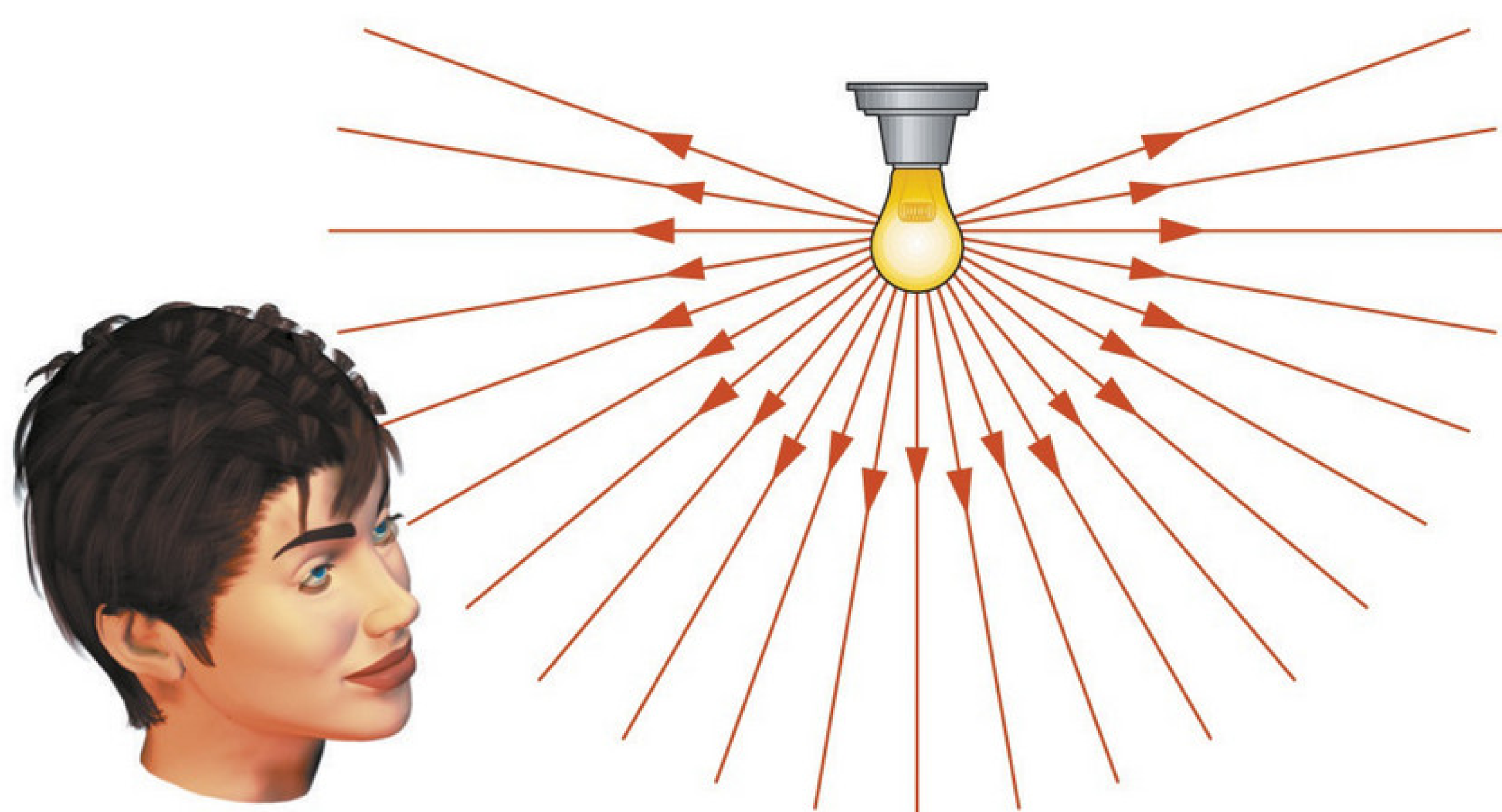
	natuurlijke lichtbron	kunstmatige lichtbron
fiets-verlichting		
zonlicht		
bliksem-flits		
straat-verlichting		
tv-scherm		
ster		

Dingen zien

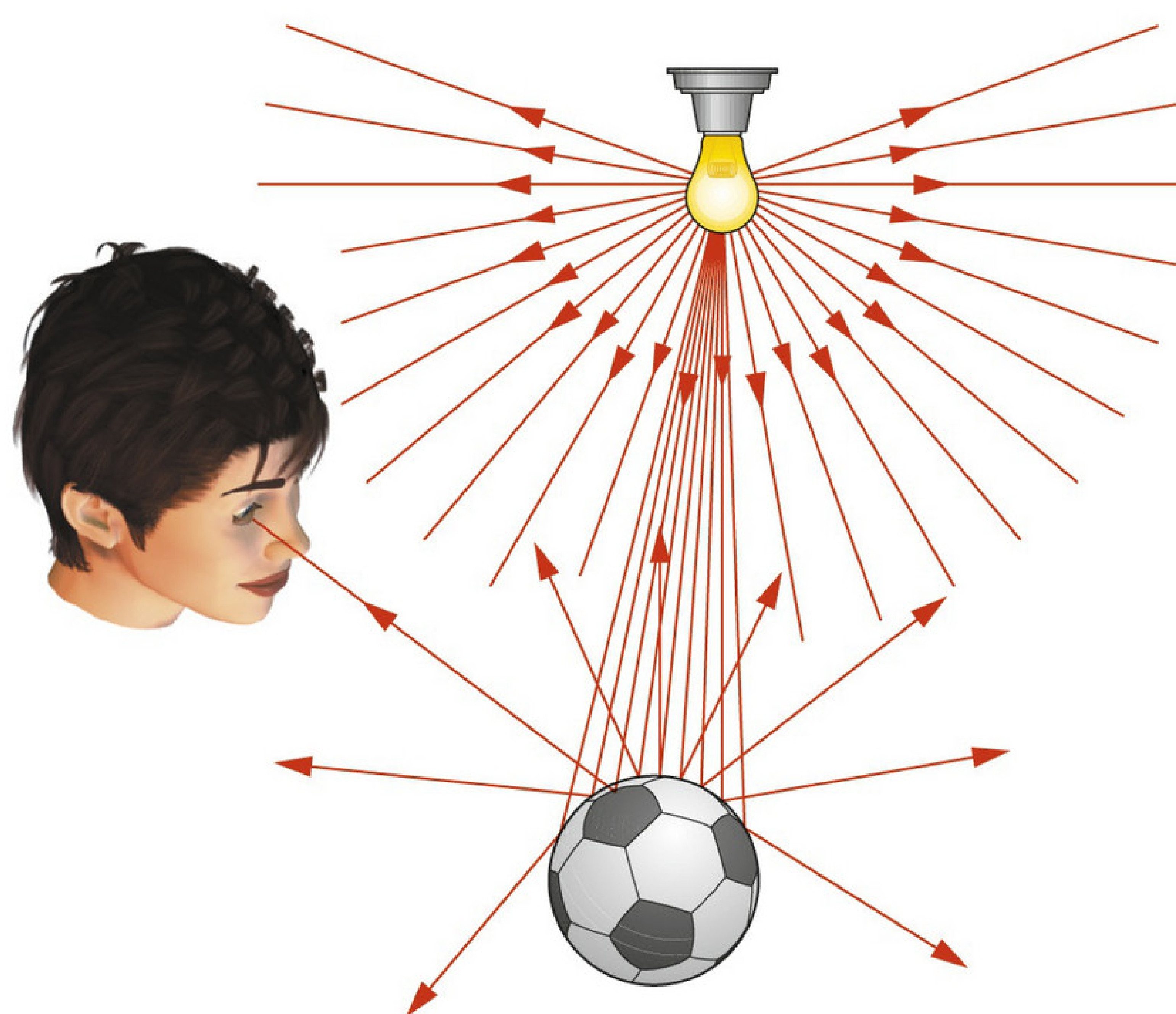
Lichtbronnen kun je zien, omdat ze licht geven. Je kunt ook zeggen: een lichtbron straalt licht uit. Lichtbronnen stralen het licht in alle richtingen (afbeelding 3). Eén lijntje licht noem je een **lichtstraal**. In afbeelding 3 zijn lichtstralen getekend als rode lijnen met een pijltje. Een lichtstraal is altijd een rechte lijn. Komen de lichtstralen van een lichtbron in je oog, dan zie je de lichtbron.

Je kunt ook dingen zien die zelf geen licht geven. Bijvoorbeeld een tafel of een boek. Deze dingen moeten dan wel verlicht worden door een lichtbron. Die lichtbron kan de zon zijn, maar ook een lamp.

Het meisje in afbeelding 4 kan de voetbal zien. Dat werkt als volgt:
1 De lamp straalt licht naar de voetbal.
2 De voetbal weerkaatst de lichtstralen in alle richtingen.
3 De lichtstralen van de voetbal komen in de ogen van het meisje.
4 Het meisje ziet nu de voetbal.



▲ **afbeelding 3**
Een lamp straalt licht naar alle kanten.



▲ **afbeelding 4**
De voetbal weerkaatst het licht van de lamp.

Opgaven

8 Wat is een lichtstraal?
- ☐ A één lijntje licht
- ☐ B al het licht dat uit een lichtbron komt
- ☐ C de hoeveelheid licht die in je ogen valt
- ☐ D het licht dat op een voorwerp wordt weerkaatst

9 Hoe lopen lichtstralen?
Lichtstralen lopen WEL / NIET in rechte lijnen.

10 Welke voorwerpen kun je zien?
- ☐ A alleen voorwerpen die zelf licht geven
- ☐ B alleen voorwerpen die licht weerkaatsen
- ☐ C voorwerpen die licht geven of licht weerkaatsen
- ☐ D Je kunt altijd alle voorwerpen zien.

11 Bas kijkt naar een sportwedstrijd op de televisie.
Waardoor ziet hij de beelden op het scherm?
Doordat de televisie WEL / GEEN licht uitstraalt.

12 Waardoor ziet Bas ook de muur achter de televisie?
- ☐ A Doordat de muur licht weerkaatst.
- ☐ B Doordat de muur ook licht uitstraalt.

13 Lichtbronnen stralen licht uit.
In welke richting straalt een lichtbron licht uit?
- ☐ A alleen naar boven
- ☐ B alleen naar beneden
- ☐ C alleen naar de ogen van iemand die naar de lichtbron kijkt
- ☐ D in alle richtingen

Proef 1 Lichtstralen zien

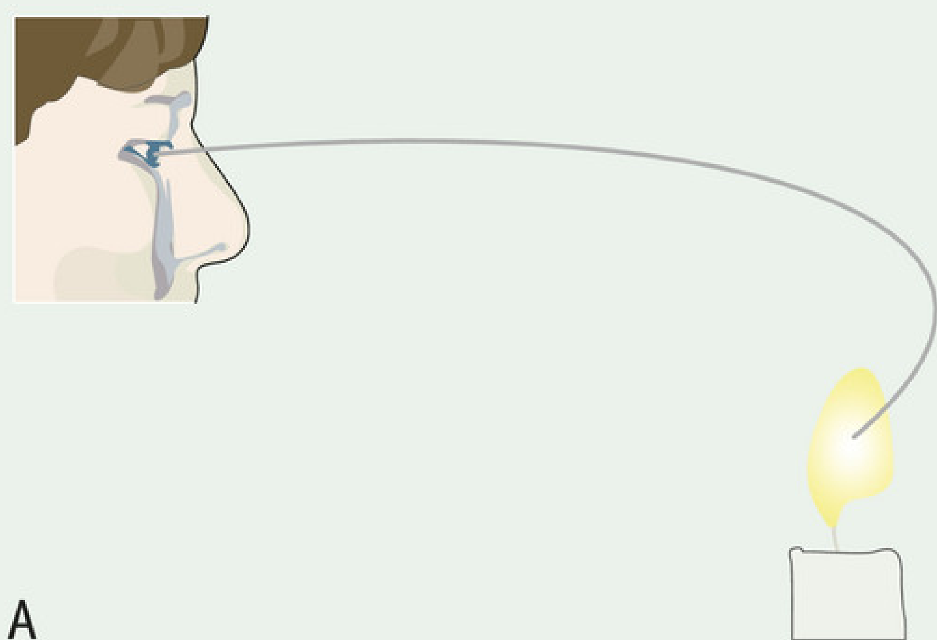
Wat je nodig hebt

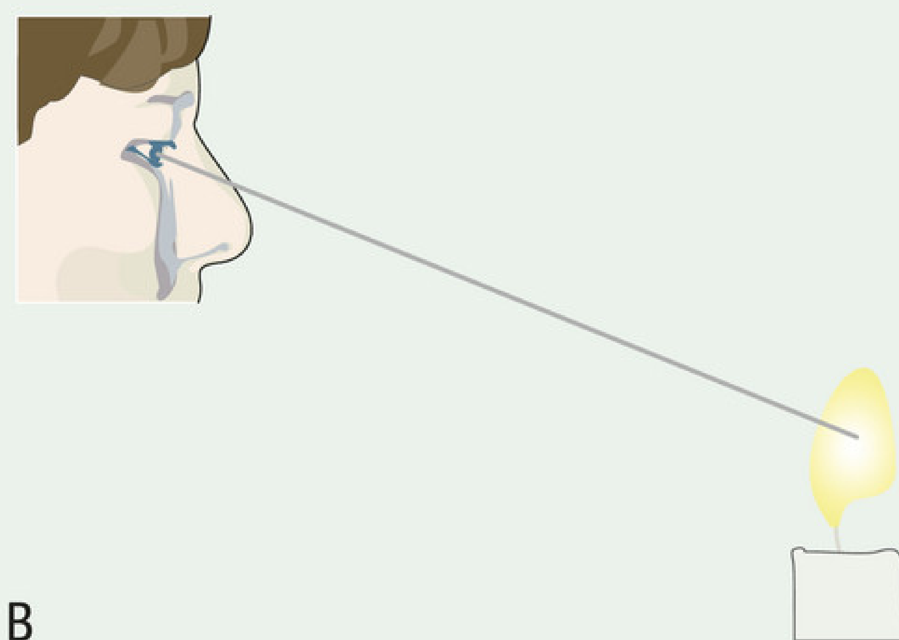
- ☐ 1 kaars of waxine-lichtje
- ☐ lucifers of een aansteker

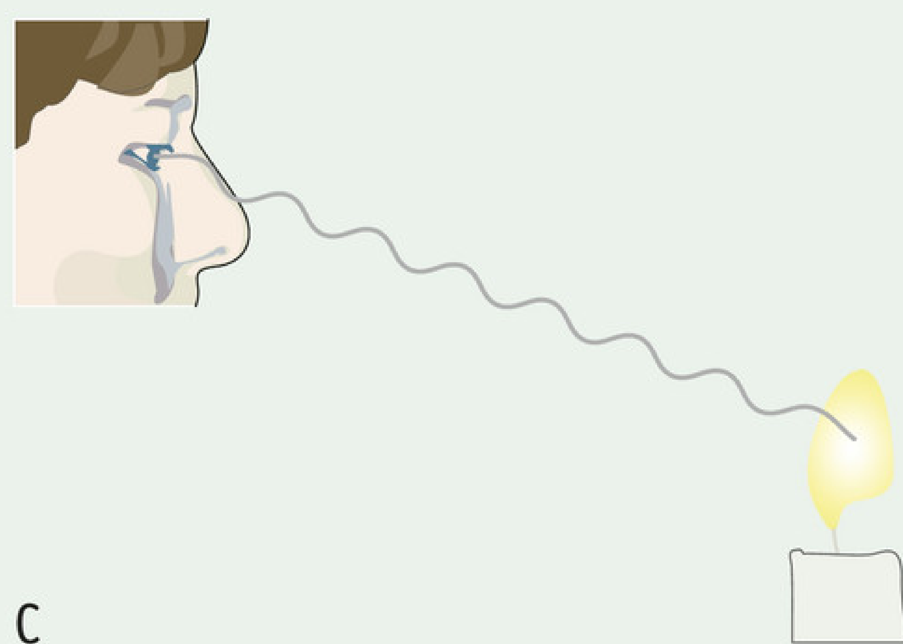
Uitvoering

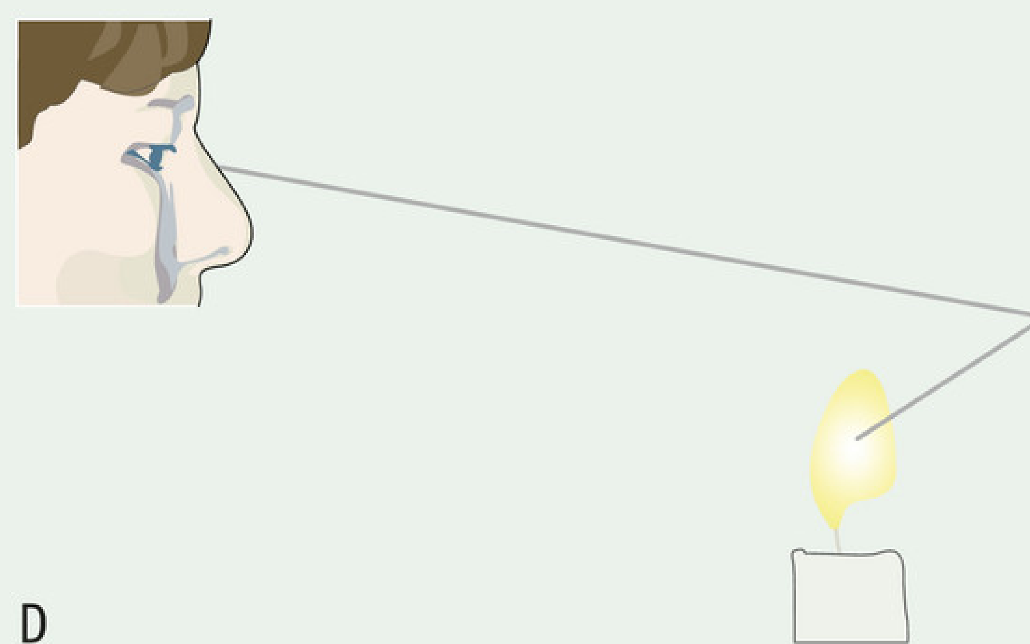
- Steek de kaars aan.
- Kijk naar de vlam van de kaars.

1 Kijk naar afbeelding 5.
Hoe loopt de lichtstraal van de vlam van de kaars naar je oog?
- ☐ A zoals in tekening A
- ☐ B zoals in tekening B
- ☐ C zoals in tekening C
- ☐ D zoals in tekening D


A


B


C


D

▲ **afbeelding 5**
een lichtstraal naar je oog

- Houd je hand voor de vlam.
- Je hand is nu tussen de vlam en je ogen (afbeelding 6).



▲ **afbeelding 6**
Houd je hand voor de kaars.

2 Je ziet de vlam WEL / NIET.

3 Je ziet het licht WEL / NIET.

4 Als je de lichtbron niet ziet, kun je WEL / NIET zijn licht zien.

5 Je kunt de vlam niet zien, omdat je hand de lichtstralen WEL / NIET tegenhoudt.

6 De vlam van de kaars is een NATUURLIJKE / KUNSTMATIGE lichtbron.

- Houd nu je hand achter de kaars.
- Blaas de kaars voorzichtig uit.
- Ruim alles netjes op.



▲ **afbeelding 7**
een lichtbundel uit een zaklamp

Lichtbundels

De lichtstralen van een lamp in de kamer gaan alle kanten op. Het licht wordt verspreid door de kamer. Een zaklamp werkt anders. Het lampje in de zaklamp geeft naar alle kanten licht. Maar de voorkant van de zaklamp is een smal gat. Lichtstralen kunnen alleen maar rechtdoor. Daardoor gaat het licht in één richting naar buiten. Uit de zaklamp komt nu een **lichtbundel** (afbeelding 7). Een lichtbundel bestaat uit een groep lichtstralen die dezelfde kant op gaan.

Opgaven

14 Wat is een lichtbundel?
- ☐ A één lijntje licht
- ☐ B een groep lichtstralen die dezelfde kant op gaan
- ☐ C al het licht dat uit een lichtbron komt
- ☐ D het licht dat op een voorwerp wordt weerkaatst

15 Uit de laserpen van Farid komt een groene lichtbundel. Farid staat op meer dan 50 meter van de fietsenstalling. Farid richt de laserpen op zijn fiets. De straal uit de laserpen geeft een kleine groene vlek op de fiets van Farid.
Het licht uit een laserpen is een SMALLE / BREDE lichtbundel.

Onthouden!

Licht komt van een lichtbron.
De zon, een ster, vuur en bliksem zijn natuurlijke lichtbronnen.
Natuurlijke lichtbronnen bestaan in de natuur.
Kunstmatige lichtbronnen zijn door mensen gemaakt.
Je ziet licht als een lichtstraal in je ogen komt.
Je ziet een voorwerp als dit de lichtstralen van een lichtbron weerkaatst.
Lichtstralen gaan altijd in een rechte lijn.
Een lichtbundel bestaat uit een groep lichtstralen die dezelfde kant op gaan.

2 Kleuren

Om je heen zie je overal kleuren. Bijna alle dingen hebben een kleur. Om kleuren te zien, heb je licht nodig.

▲ **afbeelding 8**
Witte lichtstralen worden gebroken door een prisma.

Lichtbreking

Het licht van de zon zie je als **wit licht**. Toch bestaat zonlicht uit alle kleuren van de regenboog. Dat kun je zien met behulp van een **prisma**. Een prisma is een driehoekig stuk glas.

De witte lichtstralen vallen op een vlak van het prisma. Door het vlak worden de lichtstralen gebroken. In rechte lijnen gaan ze door het prisma naar het volgende vlak. Daar breken de lichtstralen nog een keer. Nu komt het licht weer in rechte lijnen uit het prisma (afbeelding 8).

De ene kleur licht breekt iets meer dan de andere. Daardoor komen de kleuren naast elkaar uit het prisma. Aan de andere kant van het prisma zie je daardoor alle kleuren van de regenboog apart.

Bij het prisma zie je de kleuren: rood, oranje, geel, groen, blauw en violet. Deze kleuren noem je samen het **spectrum** van het zonlicht. Spectrum betekent: alle kleuren die in het licht zitten.

Als het regent en de zon schijnt, zie je vaak een **regenboog**. In de regenboog zie je ook alle kleuren van het spectrum (rood, oranje, geel, groen, blauw en violet). De witte lichtstralen van de zon worden door de regendruppels gebroken. Daardoor zie je alle kleuren van het spectrum in de regenboog (afbeelding 9).



▶ **afbeelding 9**
Zonlicht en regendruppels maken samen een regenboog.

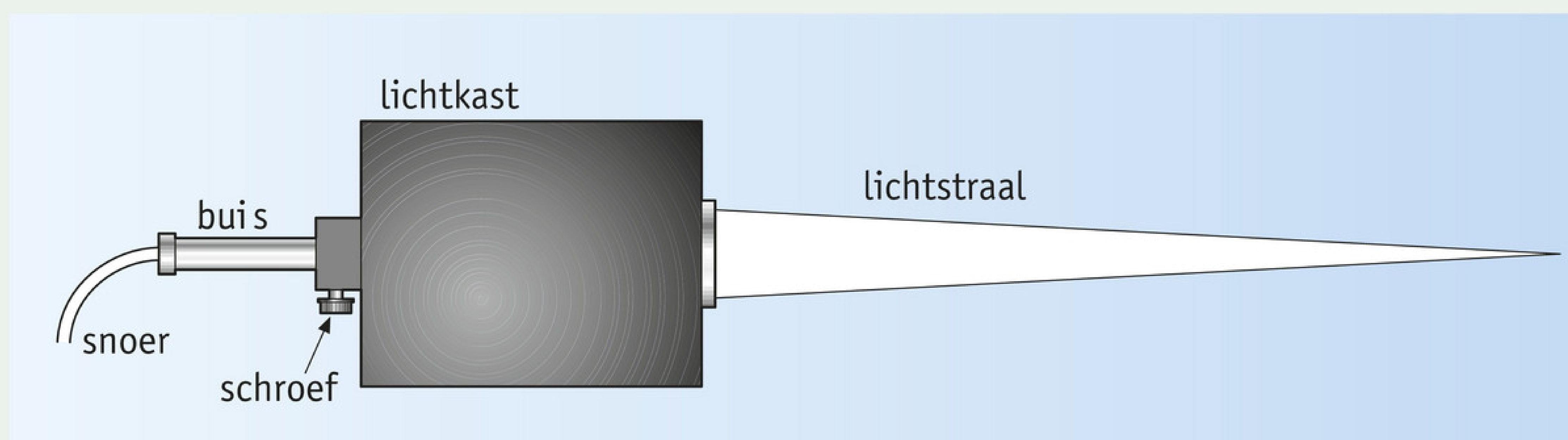
Proef 2 Het spectrum zichtbaar maken

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 lichtkastje
- ☐ 1 prisma
- ☐ 1 scherm
- ☐ 1 voeding

Uitvoering

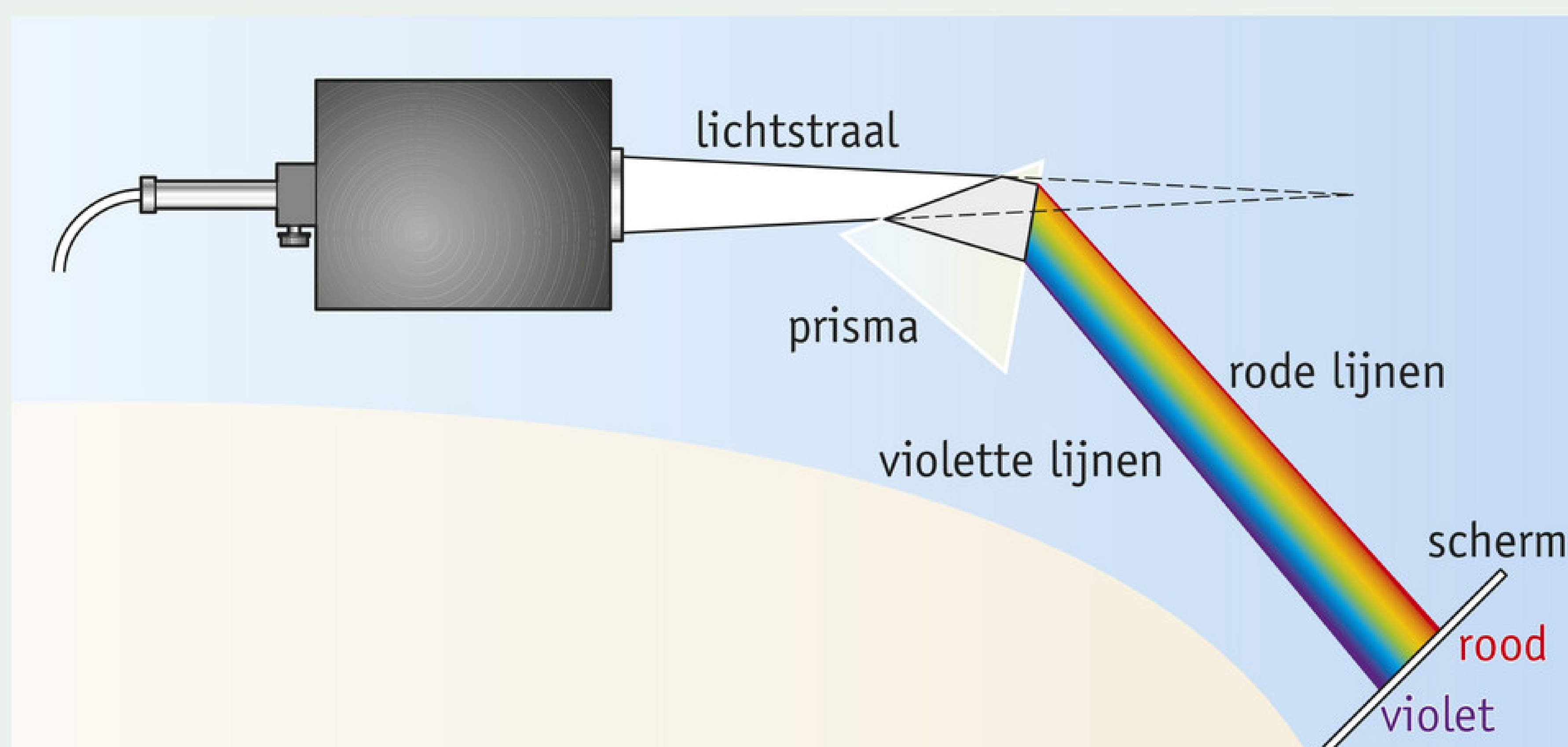
- Deze proef werkt het best als er weinig licht is.
- Sluit het lichtkastje aan op de voeding.
- Vraag je leraar welke spanning je moet instellen.
- Zet de knop die de spanning regelt op nul.
- Schakel de voeding in.
- Stel de juiste spanning in.
- Draai de schroef van het lichtkastje een kwartslag naar links (afbeelding 10).



▲ **afbeelding 10**
instellen van het lichtkastje

- De schroef is nu los van de buis.
- Beweeg de buis.
  Je ziet de lichtstraal breed of smal worden.
- Stel de lichtstraal in op één punt (afbeelding 10).
- Draai de schroef naar rechts totdat de buis vastzit.
- Leg het prisma in de lichtstraal (afbeelding 11).

- Draai het prisma zó, dat er gekleurd licht op je tafel schijnt.
  Let goed op bij het draaien, want de gekleurde lichtbundel is erg smal.
- Zet je scherm in de lichtstraal (afbeelding 11).



▲ **afbeelding 11**
het witte licht in kleur op het scherm

1 Welke kleuren zie je op je scherm?

____

2 Hoe noem je deze reeks kleuren?
- ☐ A een regenboog
- ☐ B een spectrum
- ☐ C een kleurenboog
- ☐ D wit licht

3 Bestaat wit licht uit één kleur?
- ☐ A Ja, wit licht bestaat alleen uit de kleur wit.
- ☐ B Nee, wit licht bestaat uit de kleuren rood en violet.
- ☐ C Nee, wit licht bestaat uit verschillende kleuren.

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

16 Patrick en Jos fietsen in de regen van school naar huis. Het weer klaart op en de zon gaat schijnen. “Kijk, een regenboog,” zegt Jos.
Welke kleuren zien Patrick en Jos in de regenboog?

____

17 Een regenboog is:
- ☐ A natuurlijk licht
- ☐ B kunstmatig licht

18 Hoe ontstaan de kleuren van de regenboog?

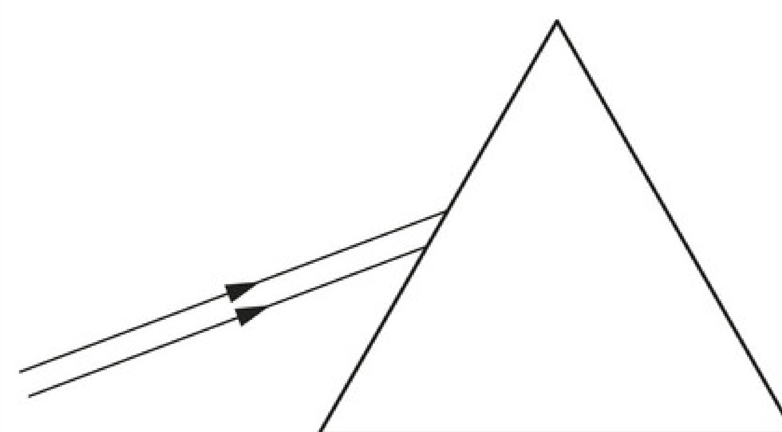
____

____

+19 Wat is een prisma?

____

+20 Kijk naar afbeelding 12. Je ziet een prisma waar zonlicht op valt. De lijnen met een pijlpunt zijn de buitenste lichtstralen. Teken met kleurpotlood de kleuren die uit het prisma komen, in de juiste volgorde.



▶ **afbeelding 12**
zonlicht dat op een prisma valt

Kleuren-spectrum

Van de kleuren in een lichtbron kun je een foto maken. Dat gaat op een speciale manier. In de camera worden de lichtstralen gebroken. Daardoor komen ze naast elkaar op de foto. In afbeelding 13 is dit gedaan voor een gloeilamp. Op de foto zie je het spectrum van de gloeilamp. Het spectrum van een gloeilamp is bijna hetzelfde als het spectrum van zonlicht.



▲ **afbeelding 13**
het kleuren-spectrum van een gloeilamp



▲ **afbeelding 14**
Deze laser geeft groen licht.

Het licht van een gloeilamp bestaat uit verschillende kleuren. Daarom noem je het licht van een gloeilamp een **mengkleur**. Een andere lichtbron is een **laser**. Een laser is een lichtbron die maar één kleur licht geeft. Het licht van een laser is een **zuivere kleur**. De laser in afbeelding 14 geeft groen licht. Een laser kan ook rood licht geven, of blauw, of een andere kleur.

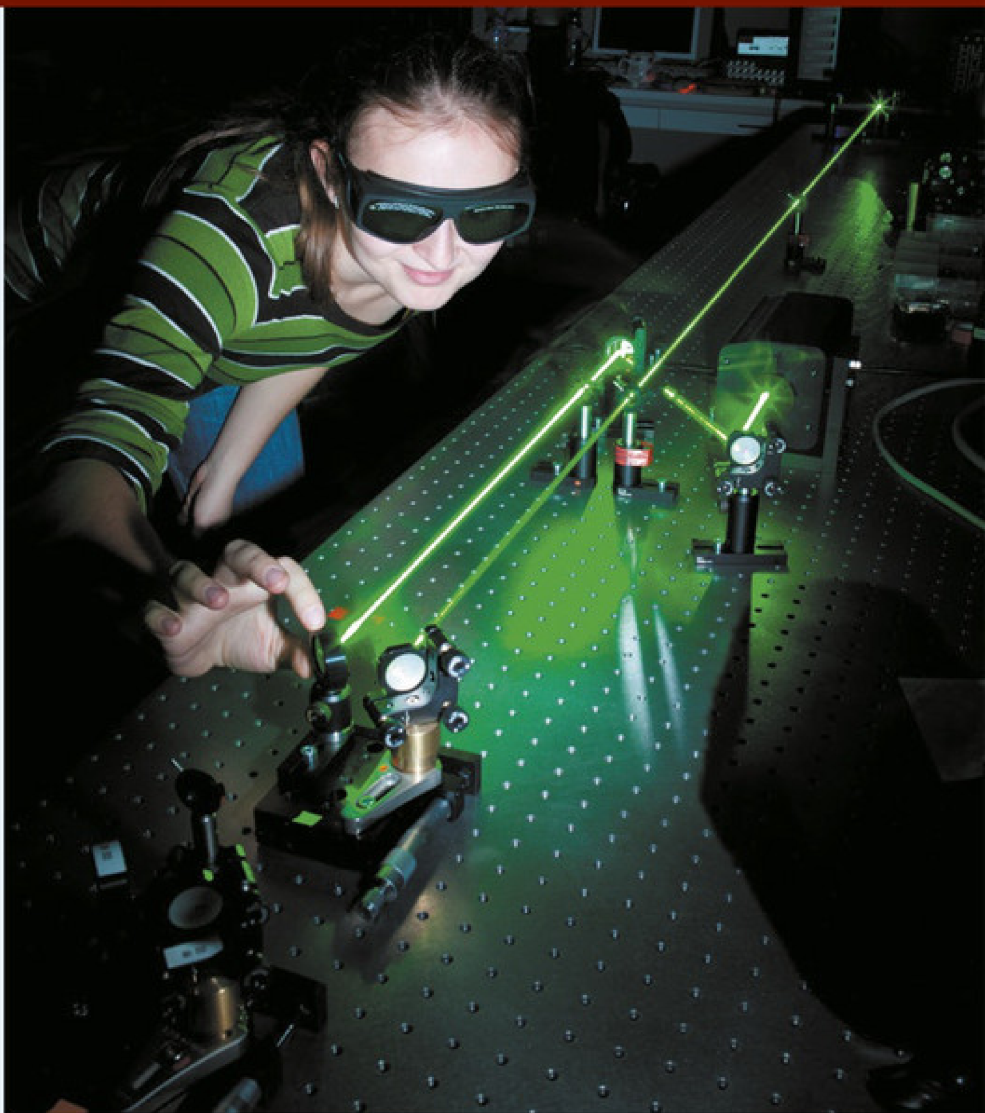
Opgaven

21 Emma doet een proef met een laser. Ze laat de lichtstraal afbuigen met spiegeltjes (afbeelding 15).
Welke kleur heeft het licht van de laser waar Emma mee werkt?
- ☐ A blauw
- ☐ B rood
- ☐ C violet
- ☐ D groen

22 Het licht dat Emma gebruikt, is WEL / NIET een zuivere kleur.

+23 De foto van afbeelding 15 is gemaakt met flitslicht.
Hierdoor kun je op de foto meer kleuren zien dan alleen groen.
Is het licht van de flitslamp een zuivere kleur?

JA / NEE, het is een ________________ .



▲ **afbeelding 15**
Het licht van de laser wordt afgebogen met spiegels.

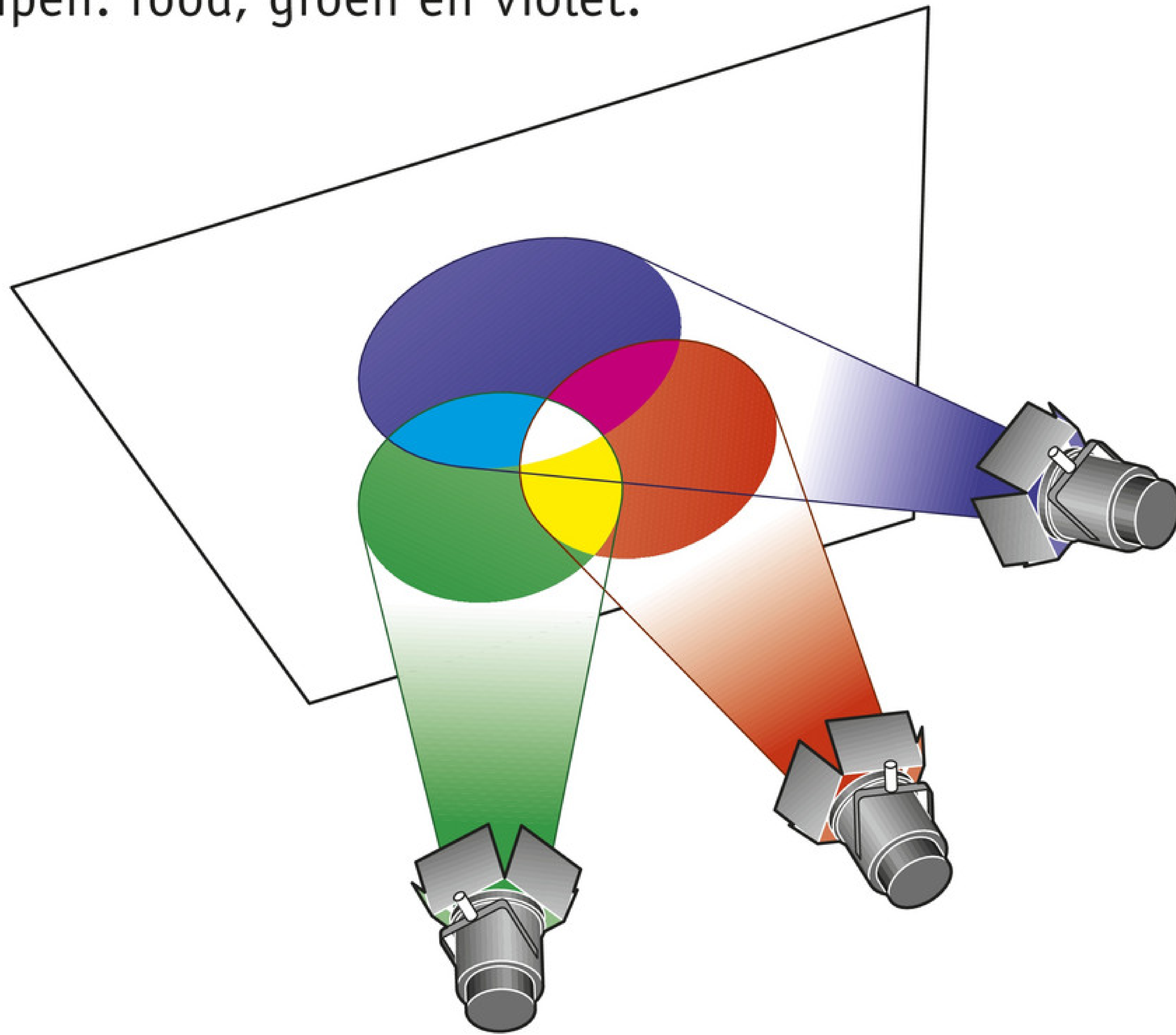
24 In tabel 2 staan vier lichtbronnen.
Geeft de lichtbron een zuivere kleur of een mengkleur?
Zet een kruisje in de juiste kolom.

▼ **tabel 2** zuivere kleuren en gemengde kleuren

lichtbron	zuivere kleur	mengkleur
zon		
gloeilamp		
laserpen met blauw licht		
waterpas met rode laser		

Kleuren maken

Wit licht bestaat uit verschillende kleuren. Met een prisma kun je die kleuren zichtbaar maken. Omgekeerd kun je met verschillende kleuren ook weer wit licht maken. In afbeelding 16 zie je drie lampen: rood, groen en violet.



▶ **afbeelding 16**
Met drie kleuren licht kun je een heel spectrum maken.

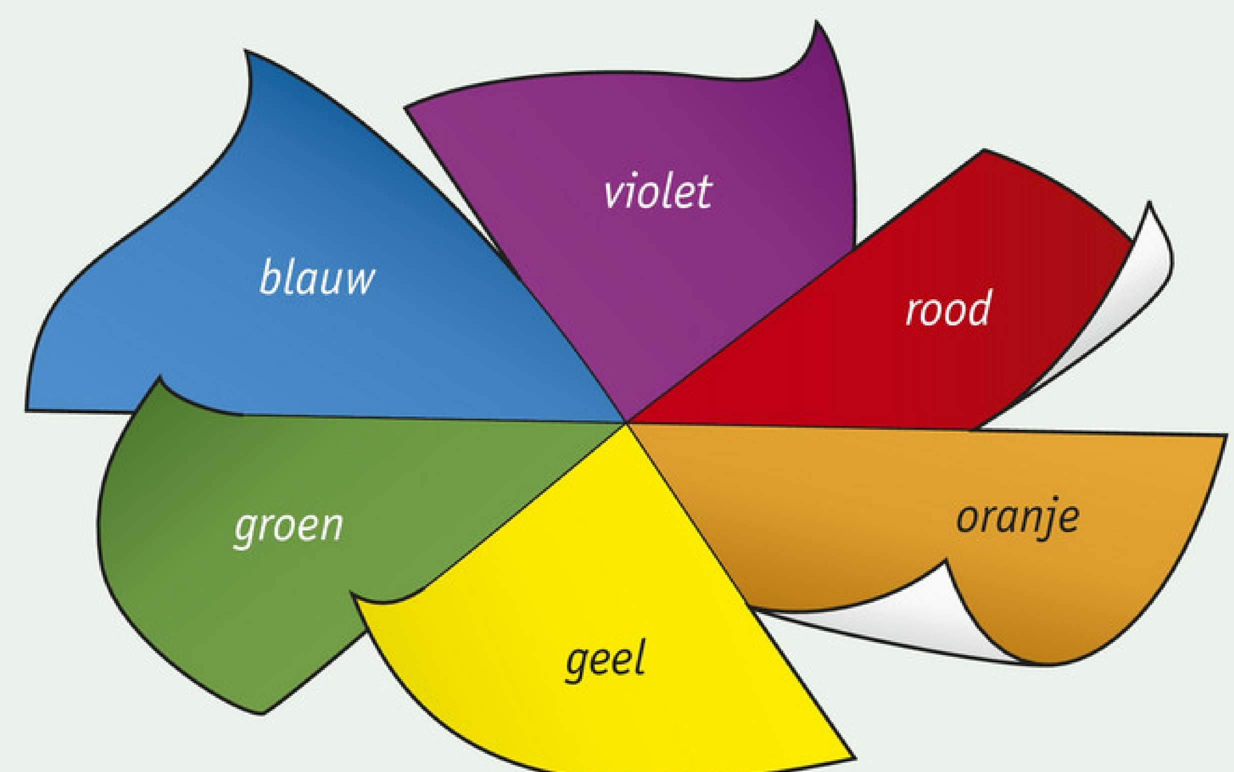
Het licht van de drie lampen valt op een wit scherm. In het midden schijnen alle drie de lampen. Daar is het licht wit. Op sommige plekken schijnen twee lampen. In de tekening zie je:
- Groen en rood geven samen geel licht.
- Groen en violet geven samen blauw licht.
- Violet en rood geven samen roze licht.

Met deze drie kleuren kun je dus heel veel kleuren maken. Een kleuren-televisie werkt op die manier. De kleuren rood, groen en violet maken samen alle kleuren op het scherm.

Proef 3 De kleuren-schijf

Wat je nodig hebt
- ☐ knipblad 3 op bladzijde 215
- ☐ 1 schaar
- ☐ 1 knopspeld
- ☐ kleurpotloden of viltstiften

Uitvoering
- Ga naar knipblad 3 op bladzijde 215 achter in dit boek.
- Kleur de partjes van de cirkel in de kleuren die erbij staan.
- Knip de cirkel netjes rond uit.
- Knip van elke lijn het gestippelde gedeelte in.
  Let op! Alleen in de stippellijn knippen.
- Vouw alle zes de punten aan één kant omhoog, zoals in afbeelding 17.
  Vouw de punten naar dezelfde kant omhoog.



▲ **afbeelding 17**
de kleuren-schijf

- Prik met de knopspeld precies in het midden van de cirkel een gaatje.
- Steek de knopspeld vanuit de onderkant in het gaatje.
- Houd de knopspeld bij de punt vast, zoals in afbeelding 18. Pas op, want je pakt de naald bij de scherpe punt!
- Blaas boven op je kleuren-schijf. De schijf gaat nu ronddraaien.
- Blaas zó, dat de schijf snel ronddraait.



▲ **afbeelding 18**
Pak de knopspeld bij de punt vast en blaas op je kleuren-schijf.

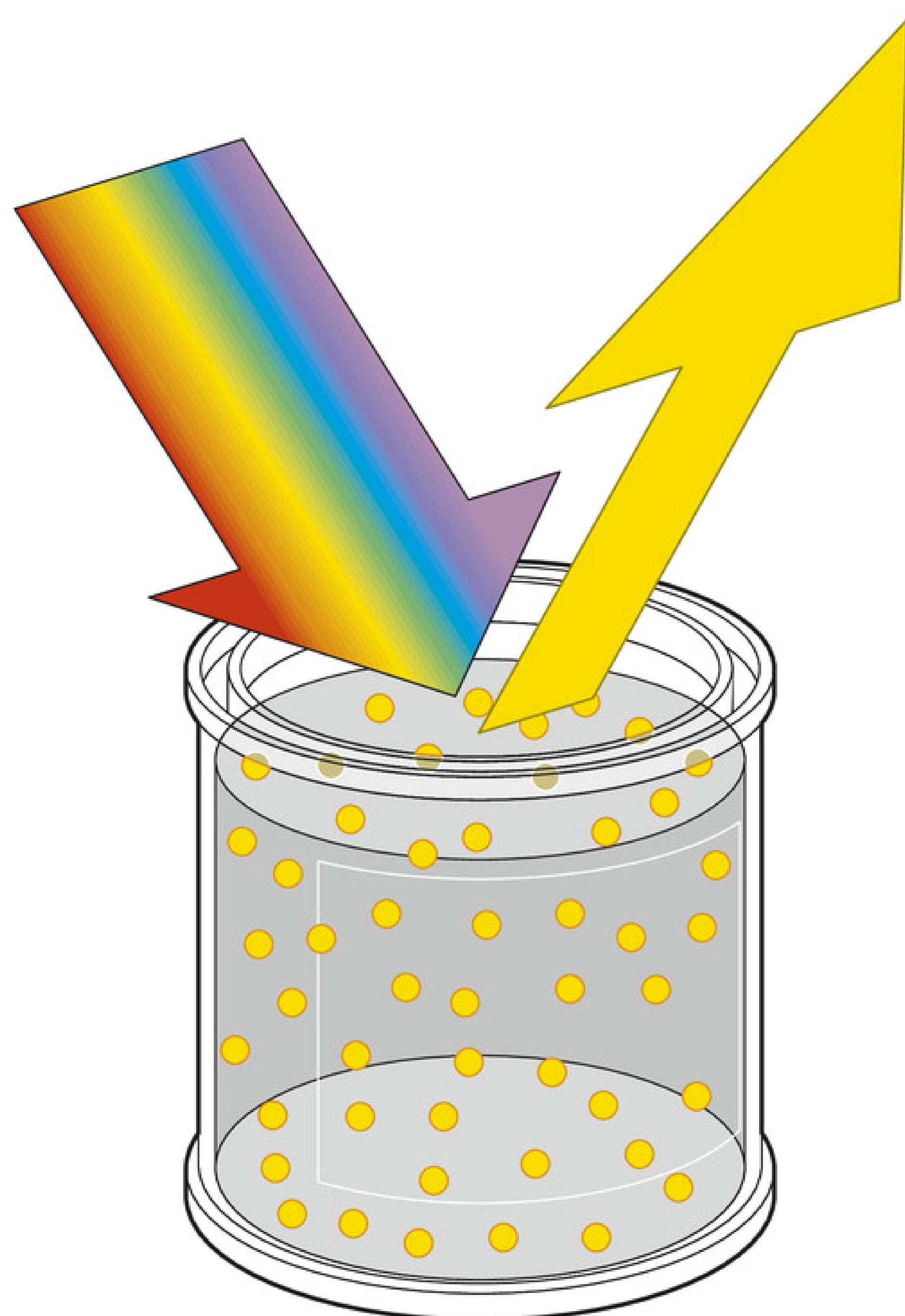
1 Wat zie je als de schijf snel ronddraait?
- ☐ A Dat de schijf zuiver wit is.
- ☐ B Dat de schijf zuiver zwart is.
- ☐ C Dat de schijf een licht geel-grijze kleur heeft.
- ☐ D nog altijd de zes kleuren apart

- Houd de schijf onder wit licht (zonlicht of goed lamplicht).
- Blaas weer zó, dat de schijf snel ronddraait.
- De kleur die je ziet, is niet zuiver wit. Wel is het één kleur geworden.

2 Als de schijf draait, zie ik de kleur ______________

3 Wat zie je als de schijf stilstaat?
- ☐ A Dat de schijf zuiver wit is.
- ☐ B Dat de schijf zuiver zwart is.
- ☐ C Dat de schijf een lichtgeel-grijze kleur heeft.
- ☐ D de zes kleuren apart

- Ruim alles netjes op.



▲ **afbeelding 19**
Gele verf weerkaatst alleen geel licht.

Verf

Afbeelding 19 is een tekening van een pot gele verf. Als je het deksel open maakt, valt het witte licht van de zon op de verf. Wit licht bestaat uit de kleuren rood, oranje, geel, groen, blauw en violet. Dat zie je in de pijl links.
De gele verf weerkaatst alleen het gele licht. Dat zie je aan de pijl rechts: die is geel. Je ogen zien dus alleen geel als ze naar de verf kijken. Alle andere kleuren worden door de verf opgenomen.

Opgaven

25 Welke kleur krijg je, als je groen en rood licht mengt?
- ☐ A paars
- ☐ B geel
- ☐ C bruin
- ☐ D zwart

26 Jeroen is zijn kast aan het schilderen. Hij gebruikt daarvoor rode verf.
Welke kleuren uit het witte licht worden door de verf opgenomen?
- ☐ A alle kleuren uit het witte spectrum
- ☐ B alleen de gele kleur
- ☐ C alleen de rode kleur
- ☐ D de kleuren oranje, geel, groen, blauw en violet

+27 Op je boek valt wit licht. Je ziet de letters zwart. Dat komt doordat alle kleuren worden opgenomen door zwart.
Welke kleur kaatst zwart terug?
- ☐ A Zwart kaatst alle kleuren terug.
- ☐ B Zwart kaatst geen enkele kleur terug.

+28 Fatima heeft een blauwe trui aan.
Welke kleuren uit het witte licht worden door haar trui opgenomen?
- ☐ A alle kleuren die op haar trui vallen
- ☐ B alleen de blauwe kleur
- ☐ C de kleuren rood, oranje, geel, groen en violet

29 Welke kleur wordt door de trui van Fatima weerkaatst? __________

Onthouden!

Wit licht bestaat uit verschillende kleuren: rood, oranje, geel, groen, blauw en violet.
Een prisma is een driehoekig geslepen glas.
Een prisma breekt lichtstralen in de kleuren van het spectrum.
Het licht van een gloeilamp heeft een mengkleur.
Het licht van een laser is een zuivere kleur.
Een laser is een lichtbron die maar één kleur licht geeft.
De kleuren op een televisiescherm worden gemaakt door rood, groen en violet.
Een voorwerp weerkaatst alleen de kleur of kleuren die je ziet.

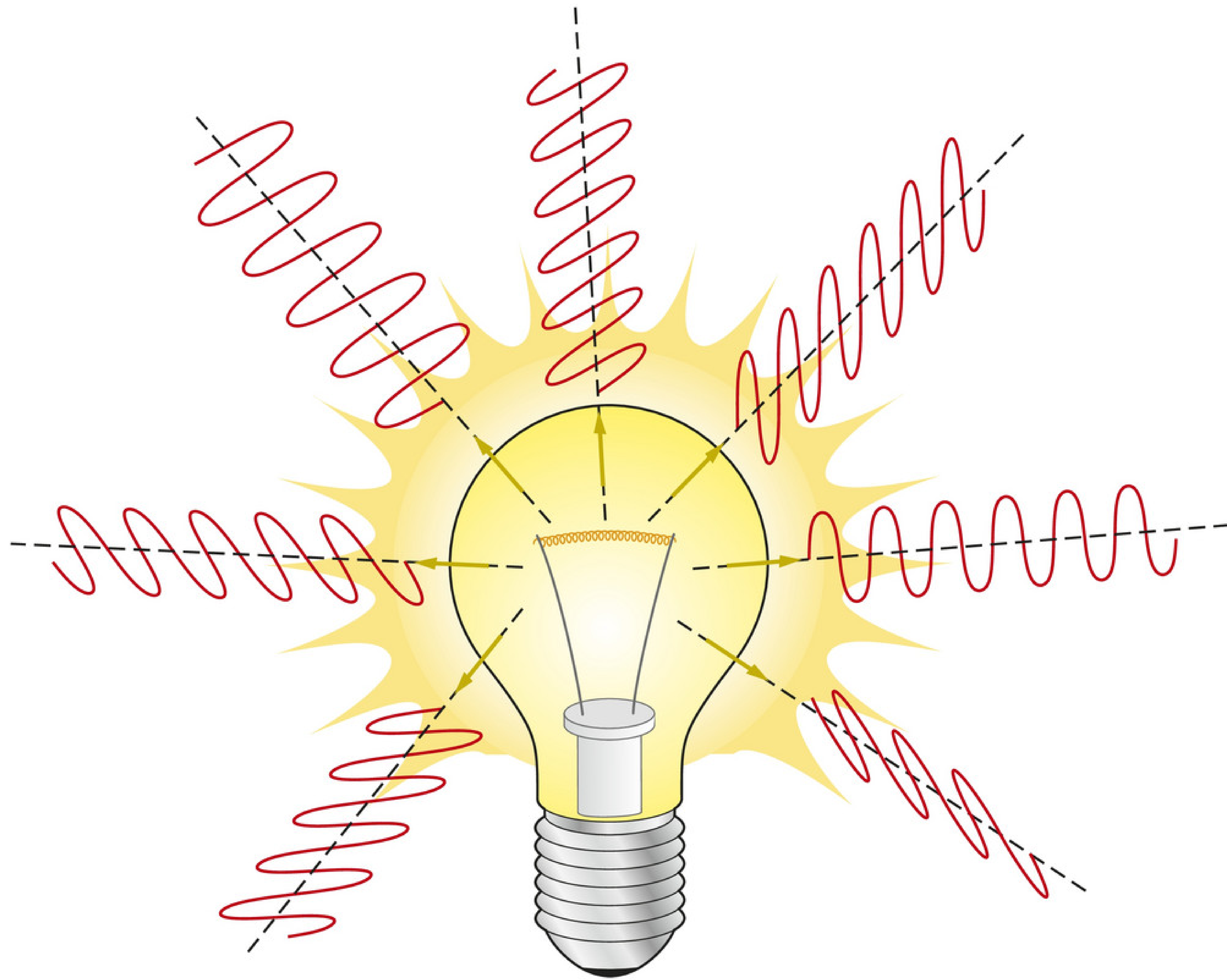
3 Beweging van licht

Een lamp is een lichtbron. Lichtstralen van een lamp gaan alle kanten uit. Het licht dat je ziet, heeft de beweging van een golf.

Lichtgolven

Een lamp straalt licht uit in alle richtingen. Het licht dat je ziet, is een soort golf. Net als water-golven beweegt een **lichtgolf** op en neer. Bij water zijn de golven ongeveer een meter groot. Bij licht zijn de golven kleiner dan een duizendste deel van een millimeter!

De golven van water maken bergen en dalen omhoog en omlaag. Bij licht bewegen de bergen en dalen van de golf niet alleen omhoog en omlaag, maar alle kanten op (afbeelding 20). In de tekening is steeds maar één golf getekend, want het is onmogelijk om alle golven te tekenen.
Lichtgolven gaan door lucht, door water en zelfs door het luchtledige. Lichtgolven hebben dus geen tussenstof nodig, zoals geluid.



▶ **afbeelding 20**
Een lichtbron zendt lichtgolven uit in alle richtingen.

Opgaven

30 Welk soort golven gaan alleen omhoog en omlaag?
- ☐ A water-golven
- ☐ B lichtgolven

31 Welk soort golven bewegen niet alleen omhoog en omlaag, maar in alle richtingen?
- ☐ A water-golven
- ☐ B lichtgolven

32 Bij welke golven zijn de afstanden tussen de golven heel erg klein?
- ☐ A bij water-golven
- ☐ B bij lichtgolven

33 In tabel 3 staan acht materialen. Sommige materialen laten geen licht door, dus lichtgolven kunnen er niet doorheen. Andere materialen laten wel licht door, dus lichtgolven kunnen er wel doorheen.
Laat het materiaal wel of geen lichtgolven door?
Zet een kruisje in de juiste kolom.

▼ **tabel 3** materialen die wel of geen licht doorlaten

materiaal	Lichtgolven kunnen erdoor?	
	ja	nee
water		
lucht		
ijzer		
glas		
hout		
benzine		
limonade		
sinaasappelsap		

Schaduw

In afbeelding 21 zie je drie kinderen. Op de stoep zie je hun **schaduw**. De kinderen houden een deel van het zonlicht tegen. De andere lichtstralen gaan rechtdoor, langs de kinderen. Daar is geen schaduw. Een schaduw ontstaat waar het licht van een lichtbron niet kan komen.

Een voorwerp kan meer dan één schaduw hebben. Dat gebeurt als er meer dan één lichtbron is. De voetballer in afbeelding 22 heeft drie schaduwen. De wedstrijd wordt 's avonds gespeeld. Op de speler schijnen drie lampen. De drie lichtbronnen geven de voetballer drie verschillende schaduwen.



▲ **afbeelding 21**
zon en schaduw



▲ **afbeelding 22**
De voetballer heeft drie schaduwen.

Proef 4 Een voorwerp en zijn schaduw

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 wit scherm
- ☐ 1 meetlat of liniaal
- ☐ 1 waxine-lichtje
- ☐ 1 glazen potje
- ☐ zand
- ☐ lucifers of een aansteker

Uitvoering

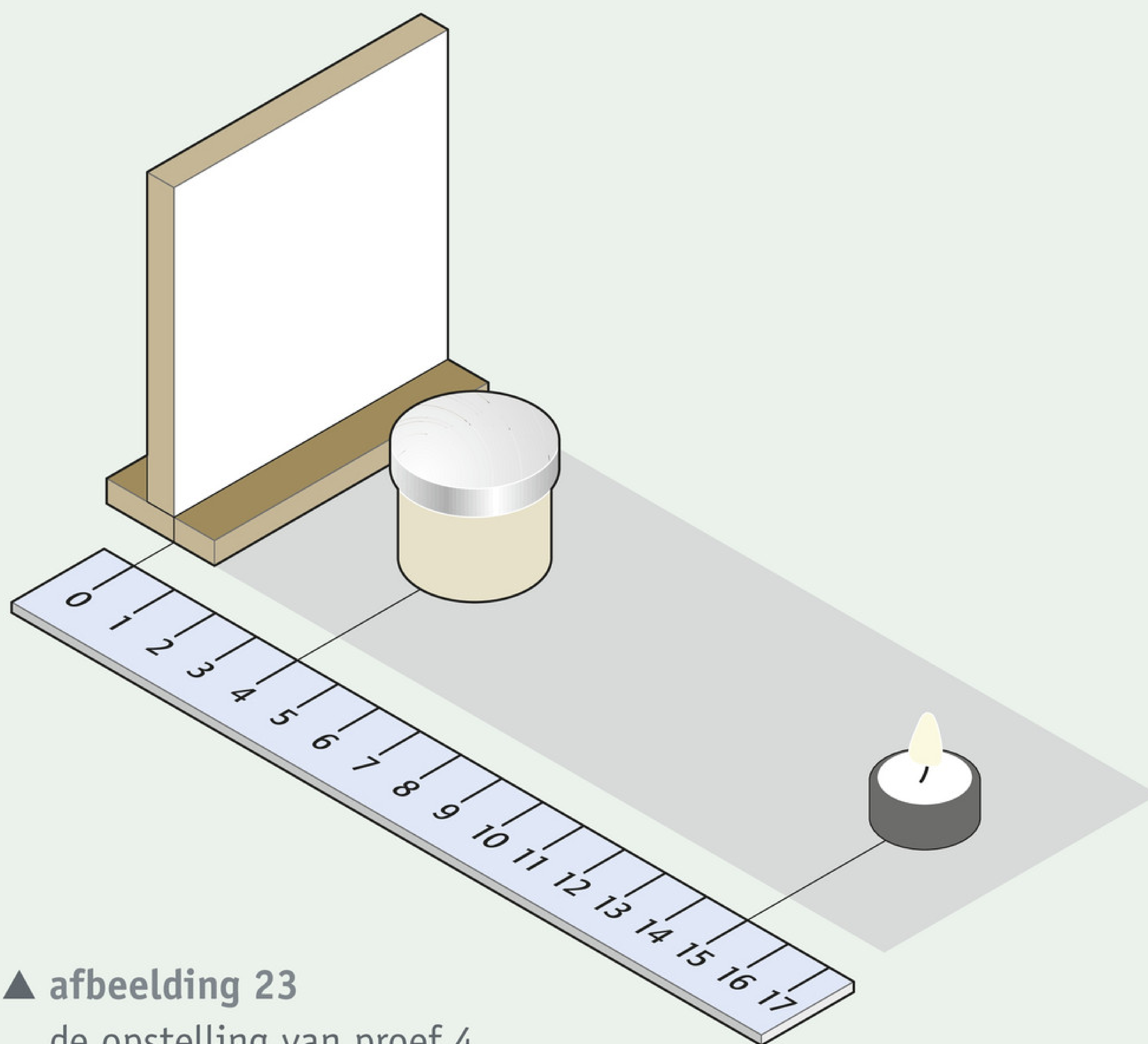
- Kijk naar het lege, glazen potje.

1 Je kunt WEL / NIET door het glazen potje heen kijken.
Het licht gaat dus WEL / NIET door het potje.

- Vul het potje met zand en doe het deksel erop.

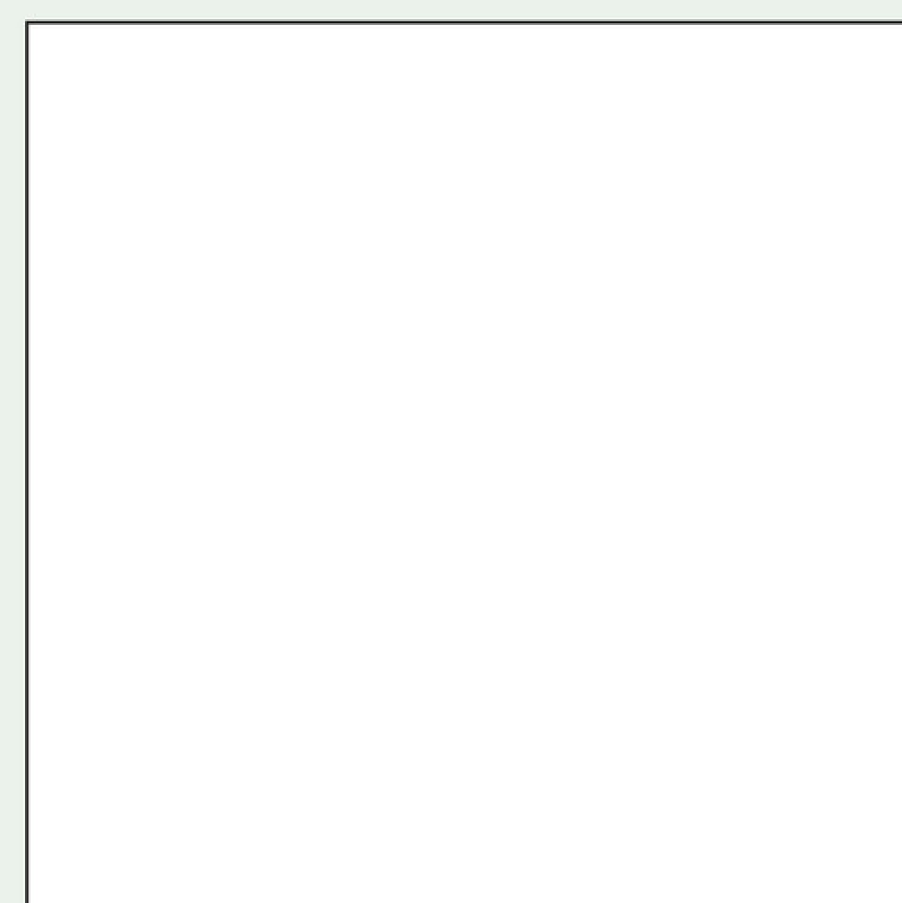
2 Kun je nu door het potje heen kijken? JA / NEE
Het licht gaat WEL / NIET door het potje met zand.

- Steek het waxine-lichtje aan.
- Zet het scherm, het potje en het waxine-lichtje neer zoals in afbeelding 23.
- Zorg ervoor dat er zo weinig mogelijk licht van buiten op het scherm valt.
- Vraag je leraar of het licht in het lokaal uit mag.
- Doe de gordijnen dicht als dat nodig is.
- Zet het midden van het potje 4 cm van het scherm.
- Zet het midden van het waxine-lichtje 15 cm van het scherm.



▲ **afbeelding 23**
de opstelling van proef 4

3 Op het scherm zie je een schaduw. Teken die schaduw in het vierkant.
Gebruik voor de rechte lijnen een liniaal of geo-driehoek.
Teken gebogen lijnen uit de hand.
Kleur de schaduw in je tekening groen.



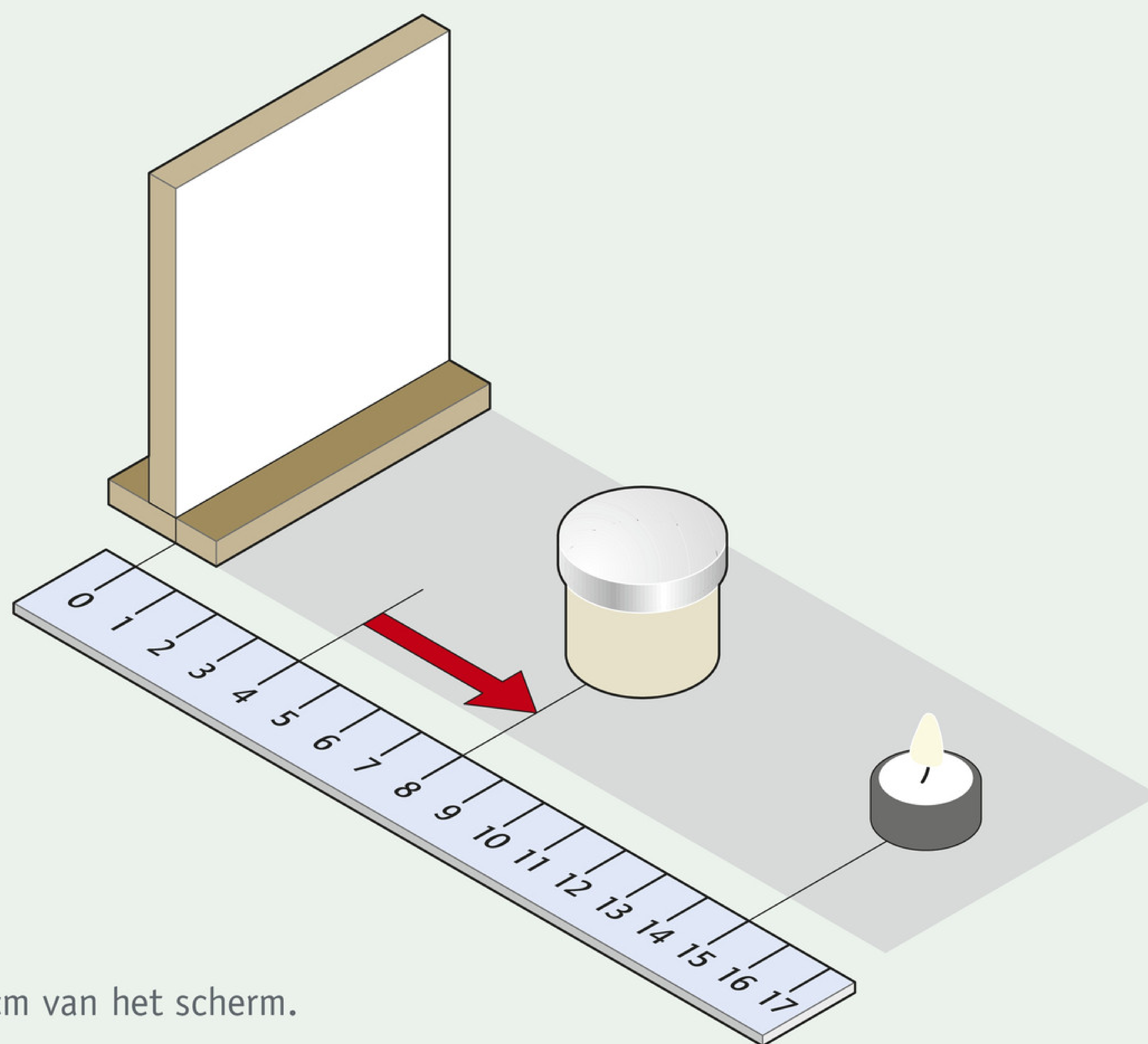
4 Wat is groter: de schaduw of het potje? ______________________

5 Heeft de schaduw dezelfde vorm als het potje? JA / NEE

- Schuif het potje langzaam van 4 naar 8 cm, zoals in afbeelding 24 op bladzijde 172.

6 De schaduw wordt KLEINER / GROTER.

7 De vorm van de schaduw blijft WEL / NIET hetzelfde.



▲ **afbeelding 24**
Het potje staat nu 8 cm van het scherm.

- Schuif het potje weer terug naar 4 cm.
- Schuif het waxine-lichtje langzaam 4 cm verder weg van het potje.

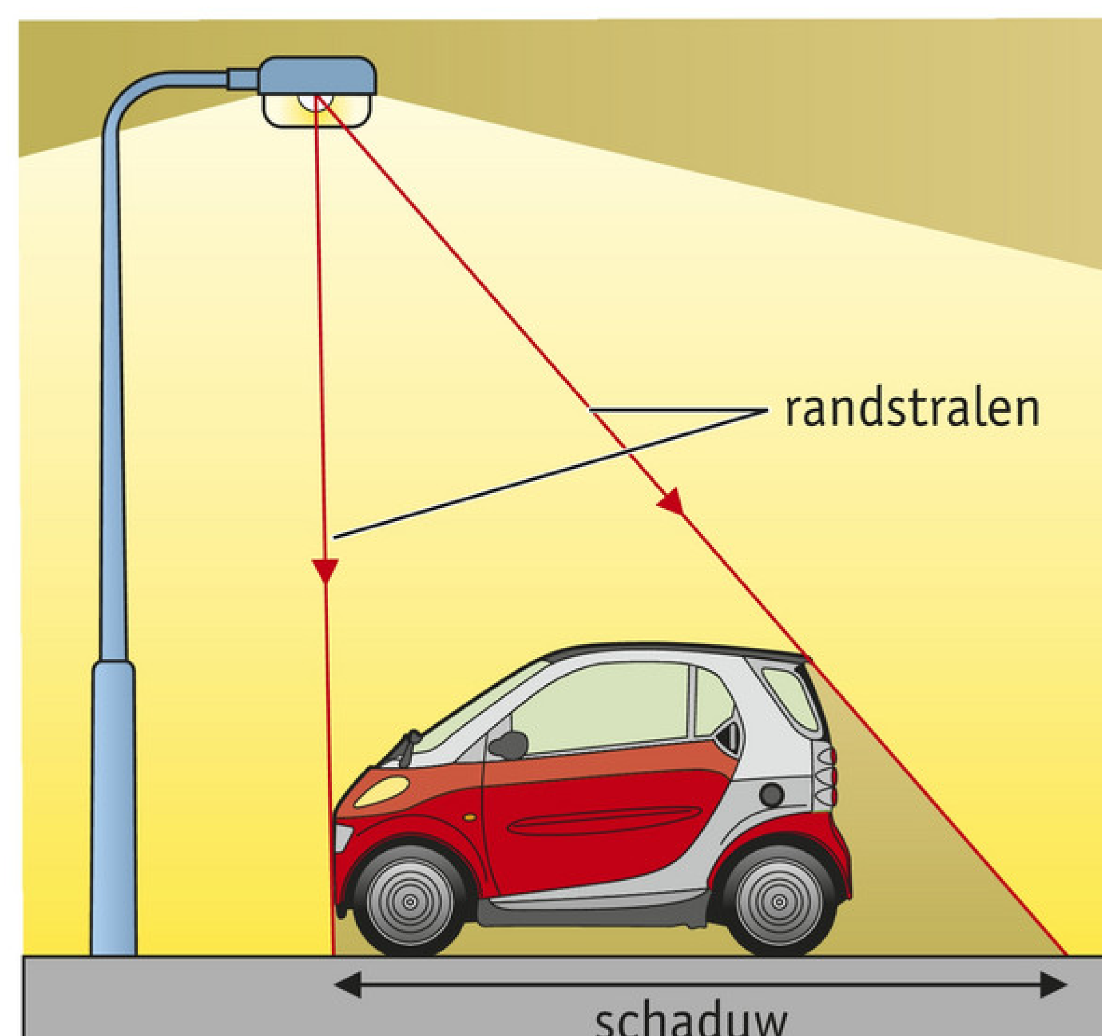
8 De schaduw wordt KLEINER / GROTER.

9 De vorm van de schaduw blijft WEL / NIET hetzelfde.

- Ruim alles netjes op.

Randstralen

In afbeelding 25 zie je een auto onder een lantaarnpaal. Het donkere deel is de schaduw van de auto. Daar kan het licht van de lamp niet komen, want lichtstralen gaan altijd rechtdoor. In de tekening zie je twee **randstralen**. Deze lichtstralen gaan langs de rand van de auto. De randstralen maken de rand van de schaduw. Je kunt ook zeggen: de randstralen maken de omtrek van de schaduw.

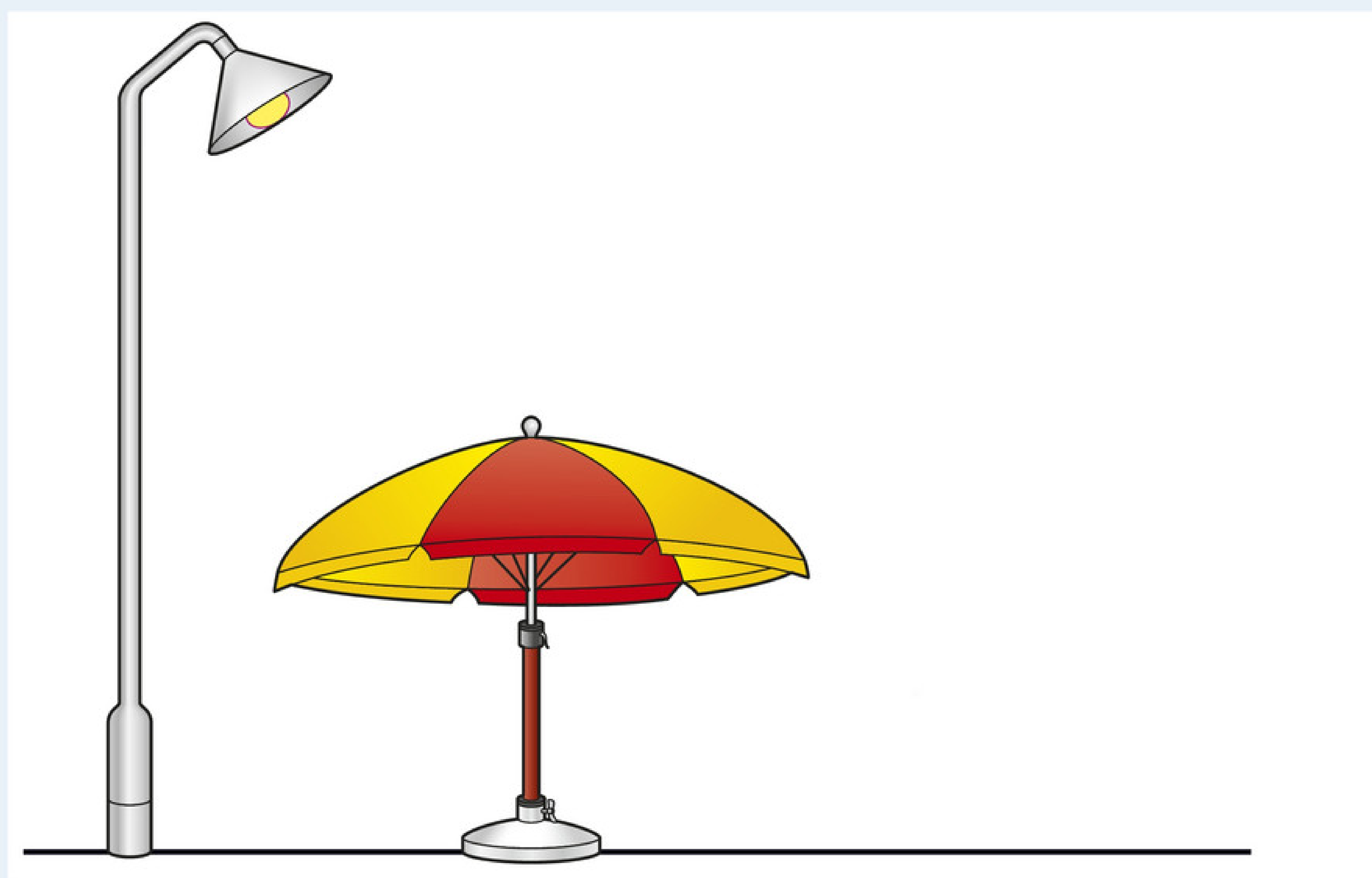


▶ **afbeelding 25**
De randstralen maken de omtrek van de schaduw.

Opgaven

34 Wanneer ontstaat een schaduw?
Als het licht van een lichtbron WEL / NIET wordt tegengehouden.

35 Een parasol staat onder een lantaarn (afbeelding 26). Als de lamp brandt, zorgt de parasol voor een schaduw.
- Teken vanuit de lamp de twee randstralen, die de rand van de parasol raken.
- Teken op de grond de schaduw van de parasol met een rechte, blauwe lijn.
- Kleur onder de parasol het deel waar geen licht van de lamp komt grijs.



▲ **afbeelding 26**
een parasol onder een lantaarn

Spiegelbeeld

Je kunt je eigen gezicht niet zien. Om je gezicht te zien, kijk je in een **spiegel**. Een spiegel weerspiegelt alle lichtstralen die erop vallen. Met een spiegel kun je ook achter je kijken. Dat zie je in afbeelding 27.



▲ **afbeelding 27**
Met de spiegel aan de zijkant van een auto kun je zien wat achter je is.

Proef 5 Je spiegelbeeld

Wat je nodig hebt

☐ 1 spiegel van ongeveer 30 bij 30 cm
of
☐ 1 raam of ander glas dat goed spiegelt

Uitvoering

- Ga ongeveer 1 meter van de spiegel af staan.
- Kijk in de spiegel.
- Doe een stap naar voren.

1 Je spiegelbeeld komt WEL / NIET naar je toe.

- Doe een stap terug.

2 Wat doet je spiegelbeeld?
☐ A Je spiegelbeeld gaat ook een stap terug.
☐ B Je spiegelbeeld gaat een stap naar links.
☐ C Je spiegelbeeld gaat een stap naar voren.
☐ D Je spiegelbeeld gaat een stap naar rechts.

- Houd je wijsvinger op je neus.

3 Wat doet je spiegelbeeld?
Je spiegelbeeld houdt OOK / NIET een wijsvinger op de neus.

- Houd je rechter oor vast.

4 Het lijkt of je spiegelbeeld het RECHTER OOR / LINKER OOR vasthoudt.

- Houd je linker wijsvinger tegen je linker oor.

5 Wat doet je spiegelbeeld?
☐ A niets
☐ B Mijn spiegelbeeld houdt zijn rechter wijsvinger tegen zijn rechter oor.
☐ C Mijn spiegelbeeld houdt zijn rechter wijsvinger in zijn linker oor.
☐ D Mijn spiegelbeeld houdt zijn linker wijsvinger in zijn rechter oor.

- Steek je rechter hand op.

6 Welke hand lijkt je spiegelbeeld op te steken?

____

- Ruim alles netjes op.

Woorden spiegelen

In afbeelding 28 staat op de auto een woord. Je kunt dit woord niet zomaar lezen. Het is geschreven in **spiegel-schrift**. Als je voor deze auto rijdt, kun je het woord wel lezen in de auto-spiegel.



▲ **afbeelding 28**
een woord in spiegel-schrift

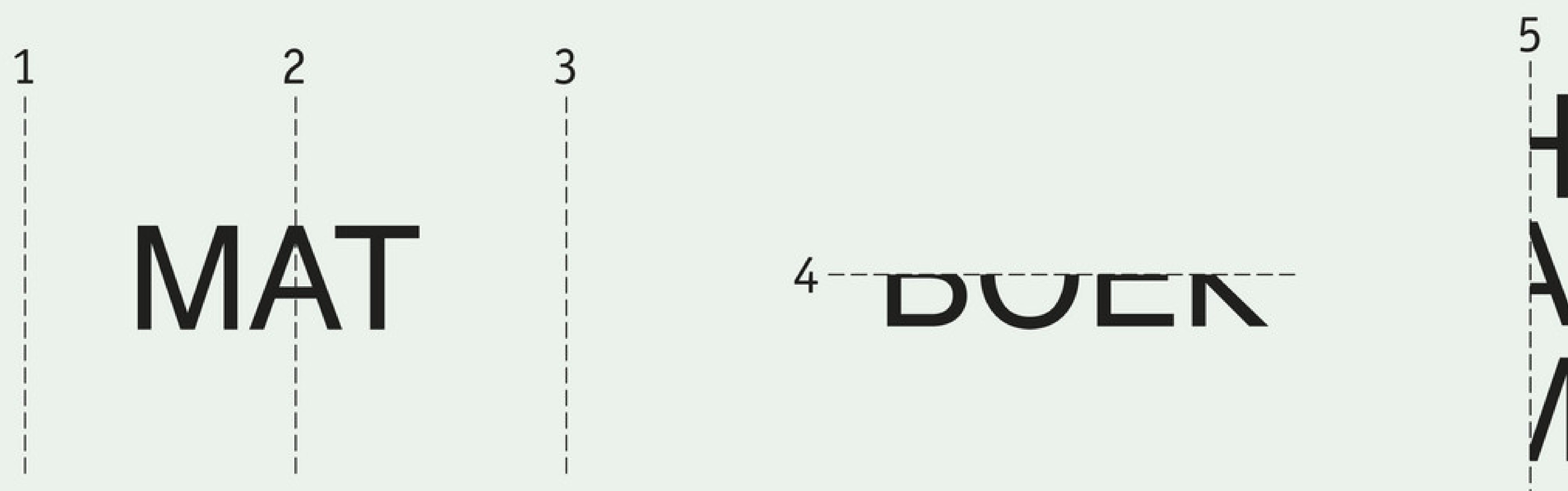
Proef 6 Letters spiegelen

Wat je nodig hebt

☐ 1 klein spiegeltje

Uitvoering

- In afbeelding 29 zie je vijf lijnen.



▲ **afbeelding 29**
spiegelen van woorden

1 Welk woord staat op lijn 2?
☐ A TAM
☐ B MAT
☐ C MAM
☐ D TAT

- Zet de spiegel op lijn 1.
- Het woord op lijn 2 moet je nu in de spiegel zien.

2 Welk woord lees je in de spiegel?
☐ A TAM
☐ B MAT
☐ C MAM
☐ D TAT

- Zet de spiegel nu op lijn 3.
- Het woord op lijn 2 moet in de spiegel te zien zijn.

3 Welk woord lees je nu in de spiegel? ________

- Zet de spiegel op lijn 2.
- Zorg ervoor dat je lijn 1 kunt zien.

4 Welk woord lees je nu? _________

- Draai de spiegel om en houd de spiegel op lijn 2.
- Je ziet lijn 3 in de spiegel.

5 Welk woord lees je nu in de spiegel? _______

- Zet de spiegel op lijn 4, met de spiegelende kant naar je toe.

6 Welk woord lees je nu? __________

- Zet de spiegel op lijn 5, met de spiegelende kant naar rechts.

7 Welk woord lees je van boven naar beneden? _________

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

36 Waarom hangt in de paskamer van een kledingzaak een spiegel?
- ☐ A Dan lijkt de paskamer groter.
- ☐ B Dan kun je beter je oude kleren uittrekken.
- ☐ C Dan kun je beter je nieuwe kleren aantrekken.
- ☐ D Je ziet in de spiegel of de kleren passen en je goed staan.

37 Waarom gebruikt de kapper een spiegel?
- ☐ A Dan kan de kapper zien wat hij doet.
- ☐ B Voor een kapper is het gebruik van een spiegel verplicht.
- ☐ C Dan kan de klant zien of zijn kapsel wordt zoals hij wil.

38 Waarom gebruikt een tandarts een spiegeltje?
Om de VOORKANT / ACHTERKANT van tanden en kiezen van een patiënt te bekijken.

+39 Waarom zitten in elke auto spiegels?

____

____

____

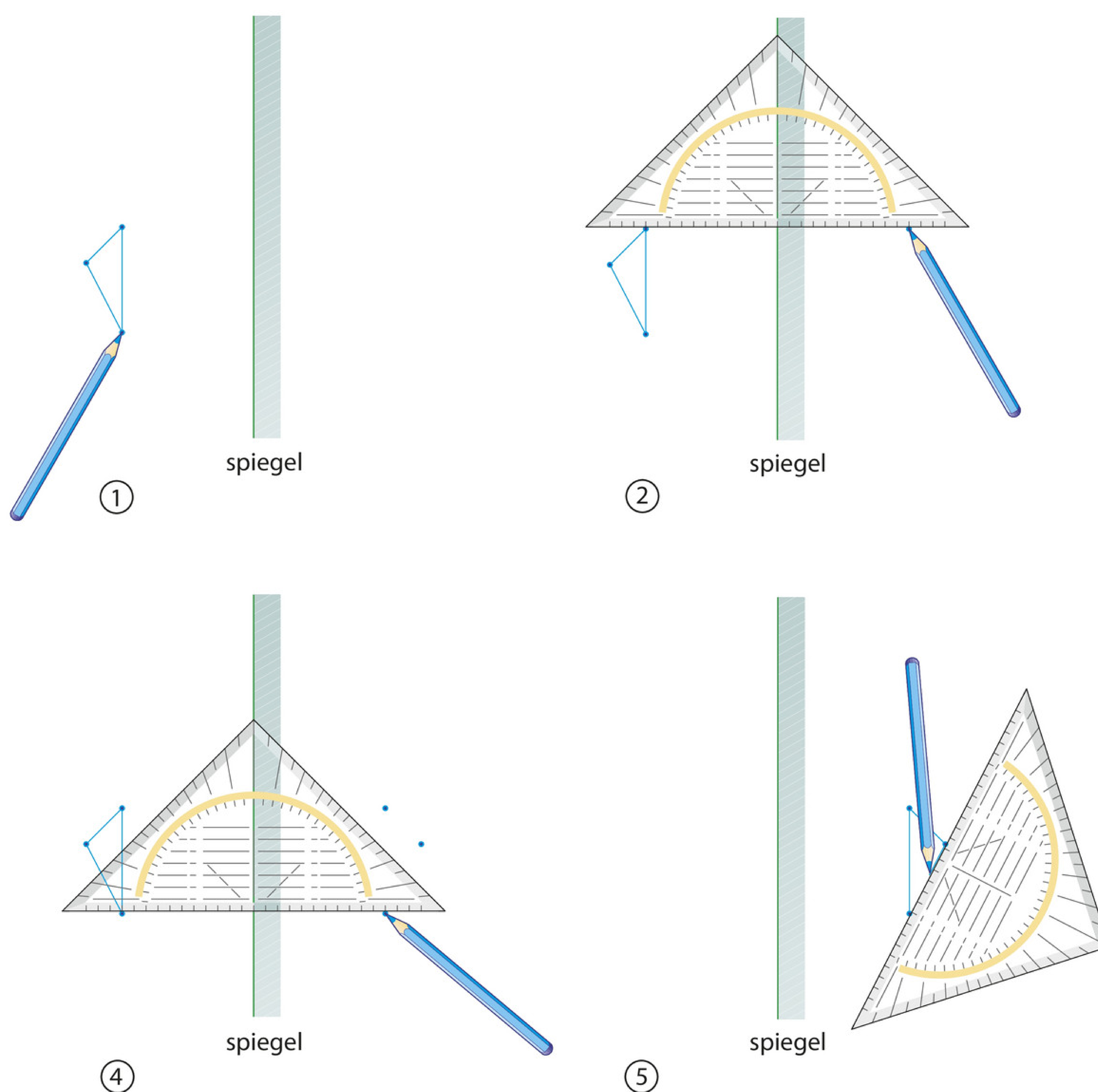
Spiegelbeeld tekenen

Je hebt drie dingen nodig om een spiegelbeeld te tekenen:
- een geo-driehoek
- een potlood
- een gum

Als voorbeeld teken je het spiegelbeeld van een driehoek.
Eerst teken je de spiegel. Een spiegel teken je als een rechte lijn (afbeelding 30). De achterkant van de spiegel kleur je een beetje grijs met je potlood.

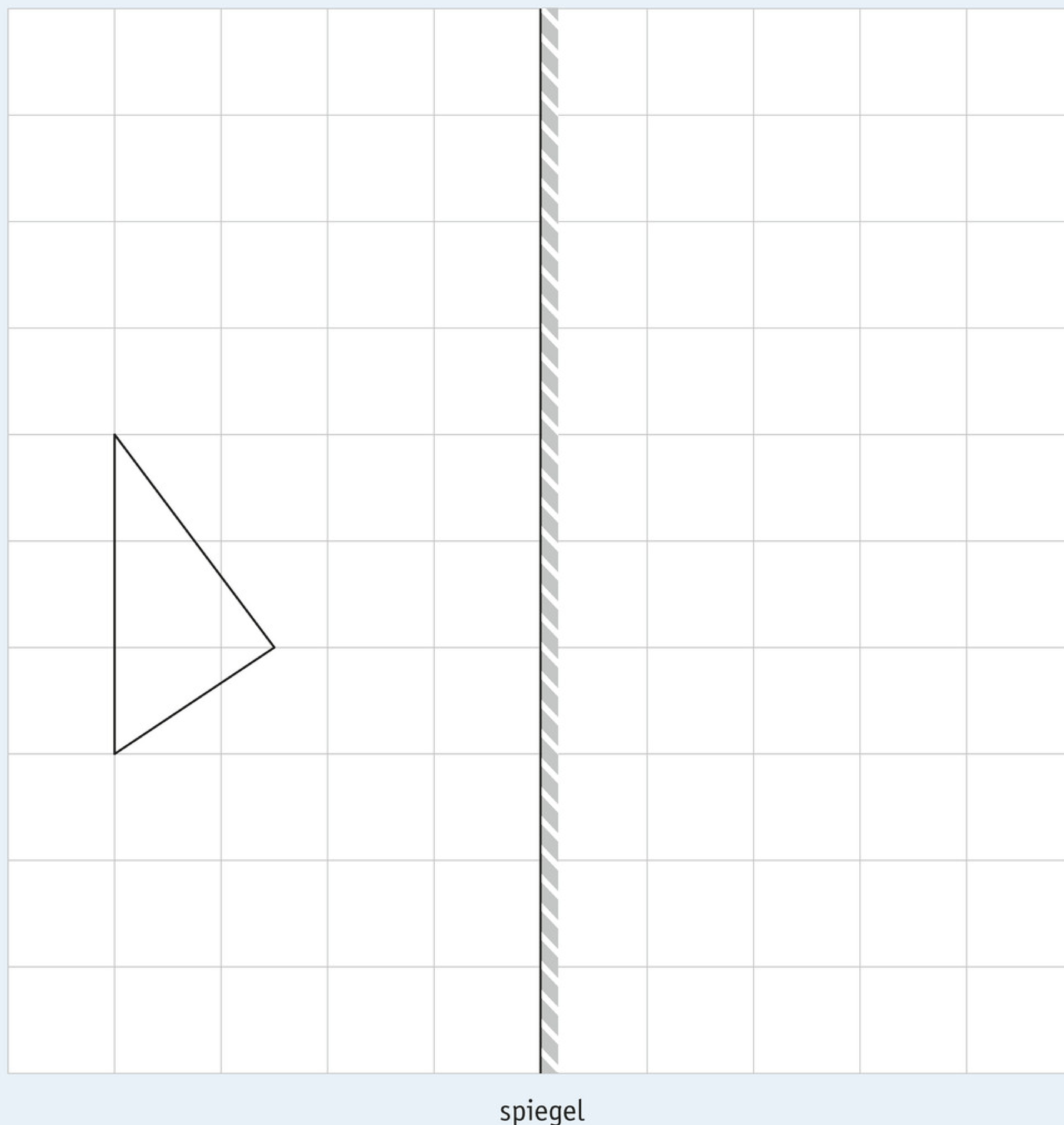
1 Teken een driehoek aan de voorkant van de spiegel. Zet op iedere hoek een punt.
2 Leg de geo-driehoek met de middellijn op de spiegel. Teken achter de spiegel het eerste punt van het spiegelbeeld. Teken het punt even ver van de spiegel als de punt van de driehoek.
3 Teken op dezelfde manier het tweede punt achter de spiegel.
4 Teken ook het derde punt.
5 Teken nu de lijnen van de gespiegelde driehoek.

▼ **afbeelding 30**
Op deze manier teken je een spiegelbeeld.



Opgaven

40 Teken in afbeelding 31 het spiegelbeeld van de driehoek.
Gebruik een geo-driehoek en potlood. Werk stap voor stap, zoals in afbeelding 30 is voorgedaan.

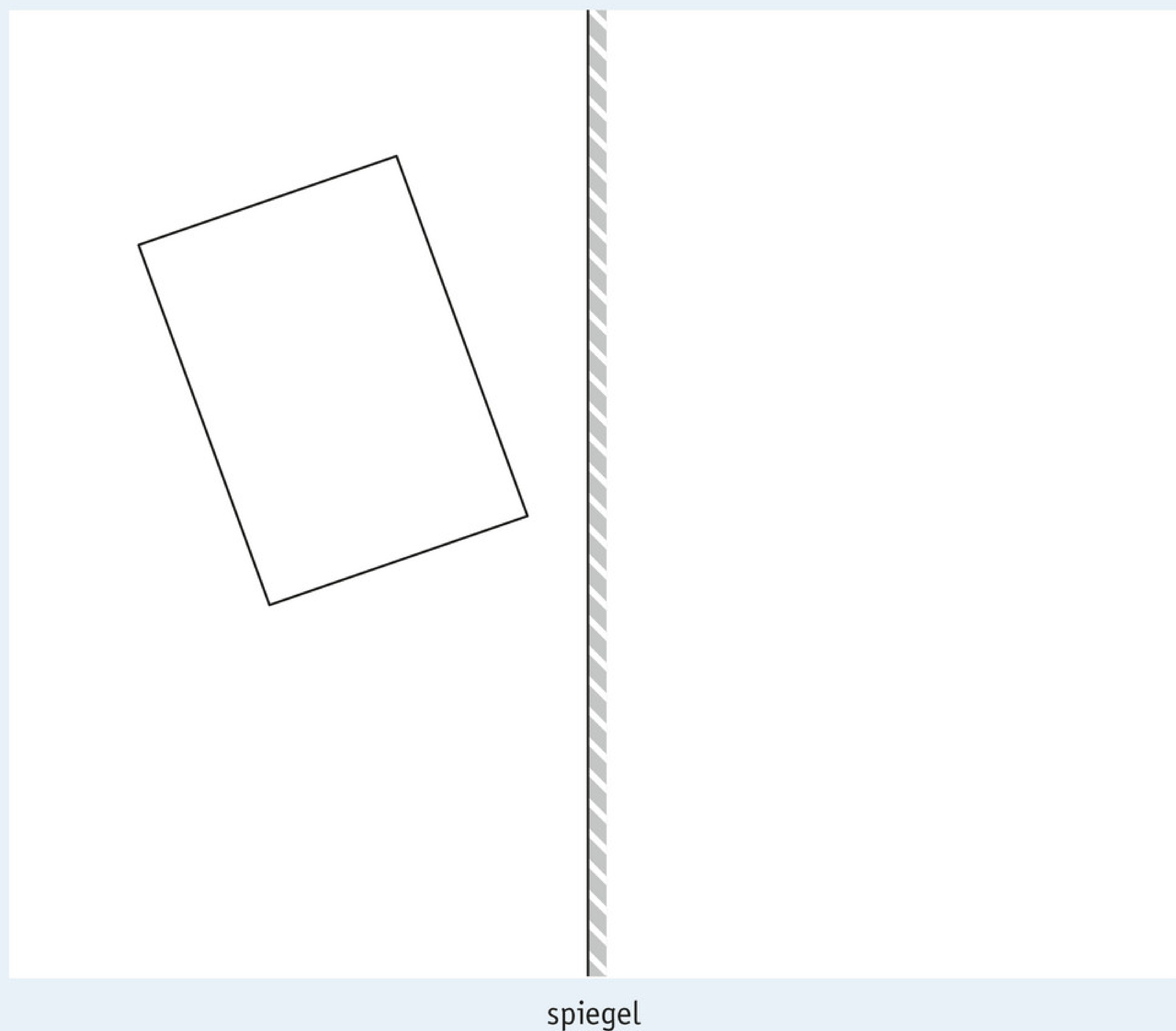


▲ **afbeelding 31**
het spiegelbeeld van een driehoek

41 Pak een klein spiegeltje. Houd het spiegeltje op de lijn van de spiegel in afbeelding 31.
Kijk in de spiegel en daarna achter de spiegel.
Is je tekening precies hetzelfde als het beeld in de spiegel? JA / NEE
Staat je tekening op precies dezelfde plaats als het beeld in de spiegel? JA / NEE

Misschien heb je bij één of alle twee de vragen NEE ingevuld. Neem dan je gum.
Gum de lijnen die je verkeerd hebt getekend uit.
Begin opnieuw en werk stap voor stap, zoals in het voorbeeld van afbeelding 30.
Bekijk je driehoek weer met de spiegel. Als je tekening nog niet klopt, vraag dan je leraar om hulp.

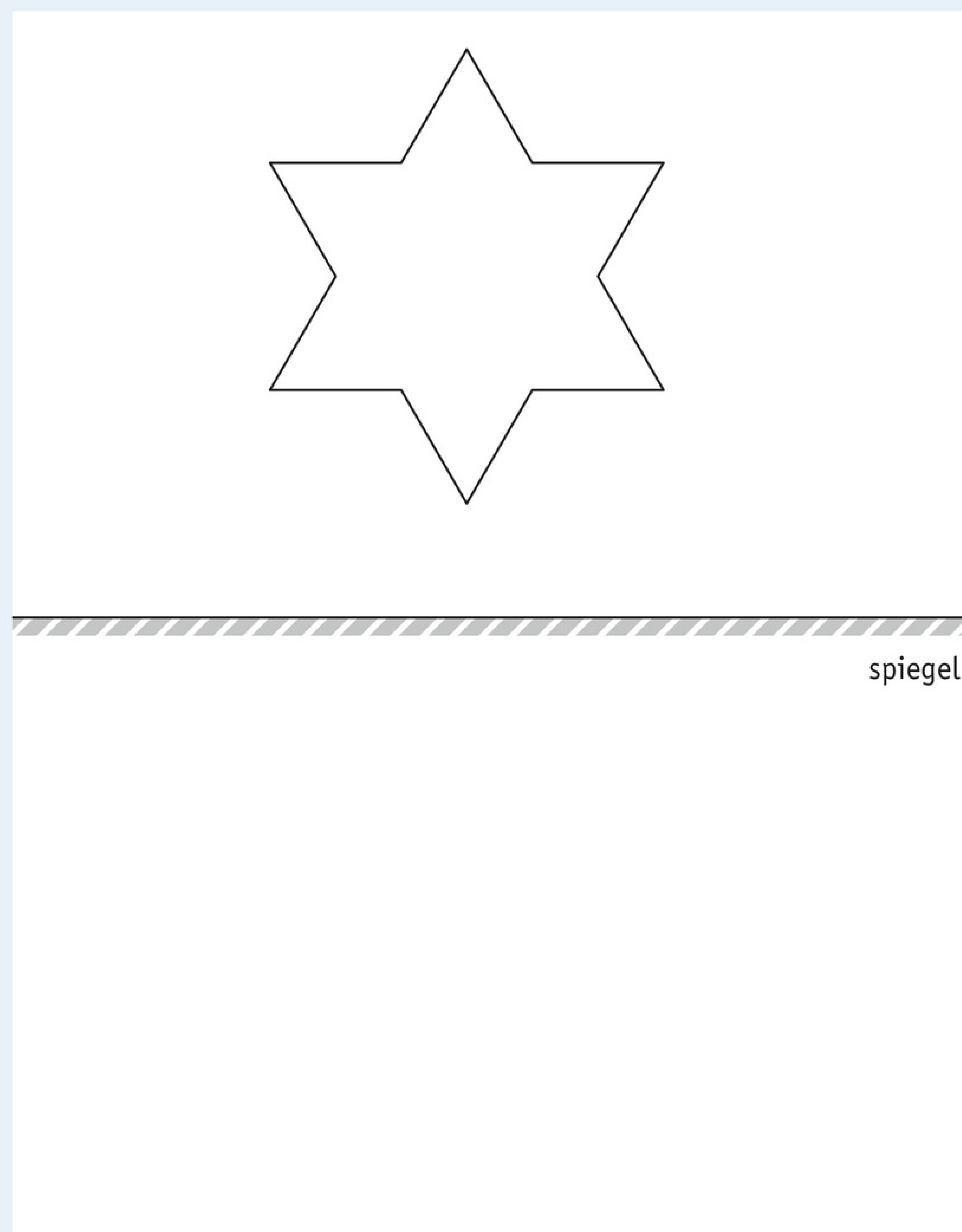
42 De rechthoek in afbeelding 32 heeft vier hoekpunten.
Teken op de juiste manier het spiegelbeeld van de rechthoek.
Bekijk het resultaat met een spiegeltje. Verbeter je tekening als het nodig is.



▲ **afbeelding 32**
het spiegelbeeld van een rechthoek

+ 43 In afbeelding 33 zie je een ster met zes punten. Als je goed kijkt, zie je in de ster twee driehoeken op elkaar. Eén met een punt naar boven en één met de punt naar beneden.

- Zet stippen op de punten van de ster.
- Teken de spiegelpunten op de juiste manier.
- Teken het spiegelbeeld van de beide driehoeken zeer dun.
- Teken de ster met dikkere lijnen.
- Controleer met je spiegeltje of het spiegelbeeld goed is.



▲ **afbeelding 33**
het spiegelbeeld van een ster

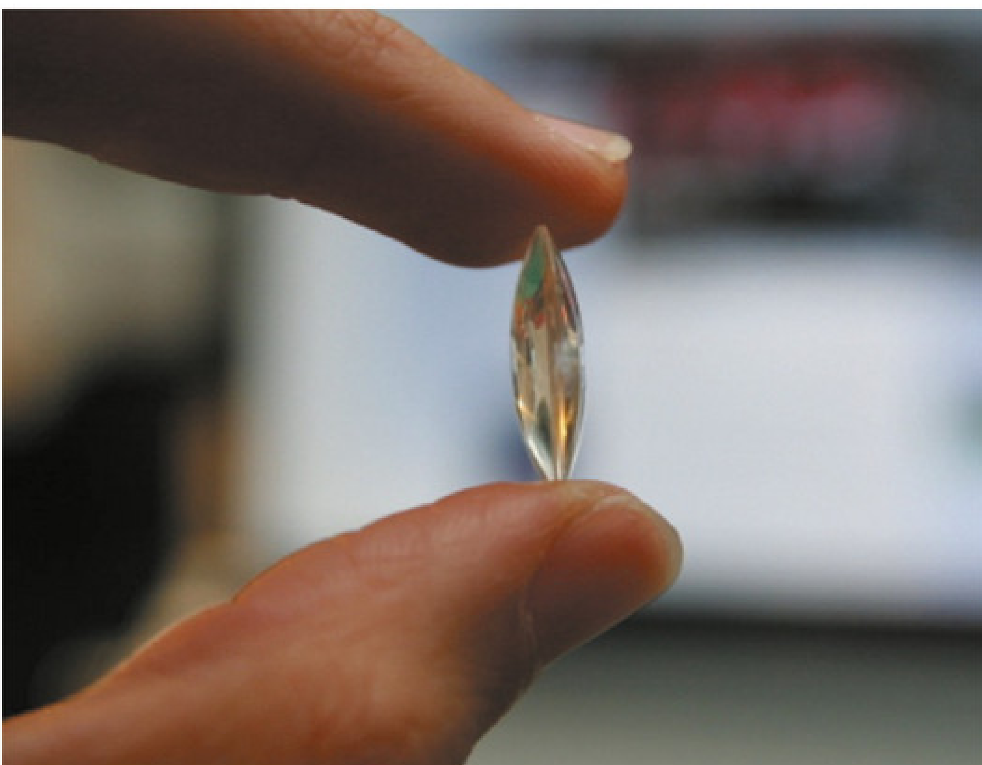
Onthouden!

Een lichtbron zendt naar alle kanten lichtgolven uit.
Lichtgolven hebben geen tussenstof nodig.
De bergen en dalen van een lichtgolf bewegen in alle richtingen.
Een schaduw ontstaat waar het licht van een lichtbron niet kan komen.
Eén lichtbron geeft één schaduw.
De randstralen maken de rand van de schaduw.
Een spiegel weerspiegelt de lichtstralen die erop vallen.
Spiegel-schrift kun je lezen in de spiegel.
Een spiegelbeeld teken je met behulp van punten.

4 Lichtbreking



▲ **afbeelding 35**
Met een vergrootglas kun je papier in brand steken.



▲ **afbeelding 36**
een bolle lens

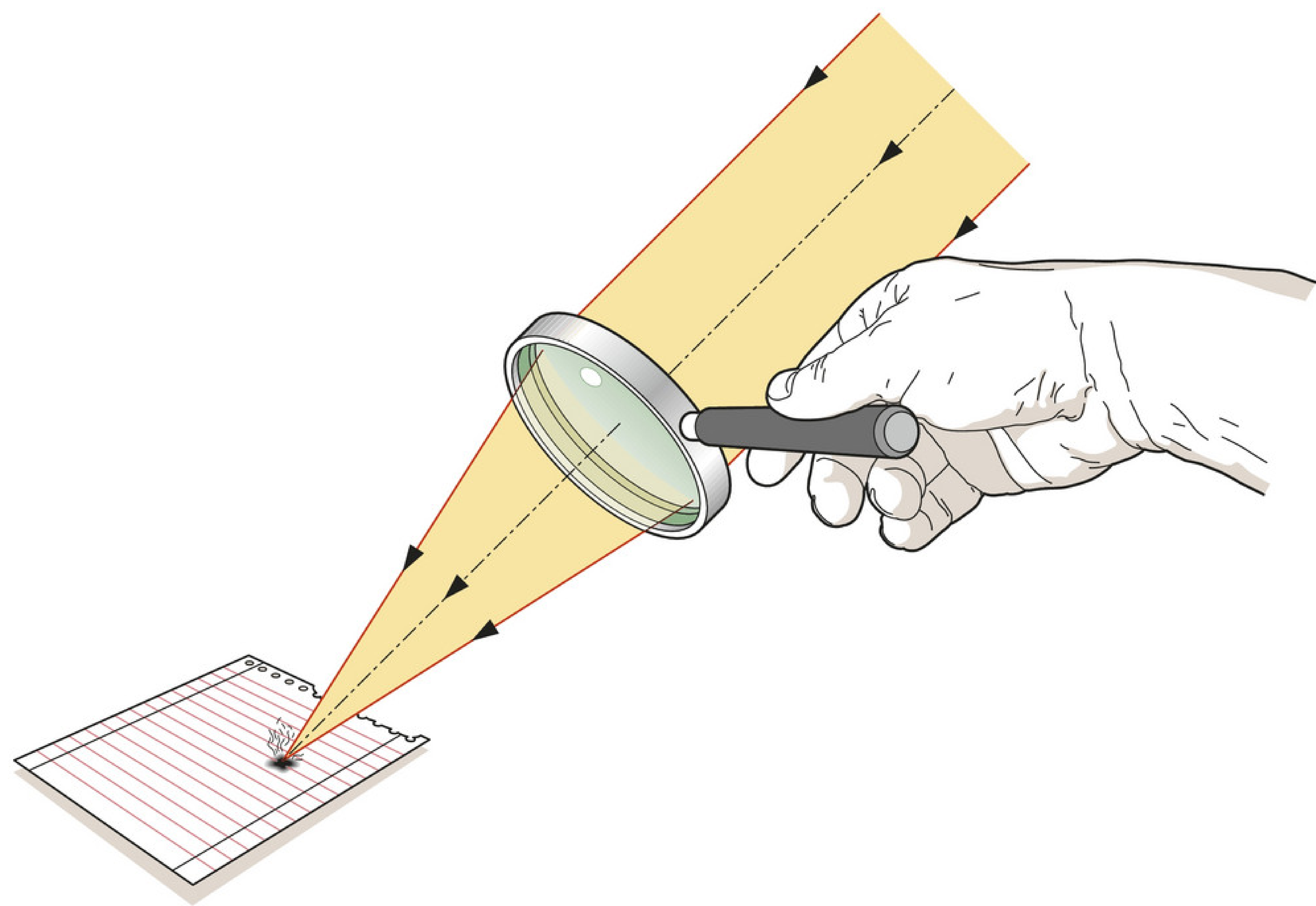


▲ **afbeelding 37**
Een bolle lens maakt een beeld van de werkelijkheid.

Lenzen zijn er in verschillende soorten. De glazen van een bril zijn lenzen. Je kunt ook contact-lenzen dragen in plaats van een bril. De camera in je mobieltje heeft een lens. In een vergrootglas zit ook een lens.

Bolle lens

Een vergrootglas is een **bolle lens**. Een lens breekt de lichtstralen, zodat ze niet meer rechtdoor gaan (afbeelding 34). Alleen de lichtstraal precies in het midden blijft rechtdoor gaan.



▲ **afbeelding 34**
Met een bolle lens komen de lichtstralen samen in één punt.

Door een vergrootglas komen de lichtstralen van de zon samen in één punt. Dat punt is zó heet, dat je er papier mee kunt laten branden (afbeelding 35).

Beeld

Een bolle lens is een rond stukje glas. De lens is in het midden dikker dan aan de buitenkant (afbeelding 36). Lenzen zitten bijvoorbeeld in: een bril, een verrekijker, een camera. Met een lens kun je een **beeld** maken van de werkelijkheid.

Door een bolle lens zie je de werkelijkheid, maar dan kleiner en op zijn kop. Dit zie je in afbeelding 37.

Opgaven

44 In een camera zit WEL / NIET een bolle lens.
Het beeld dat een lens maakt, staat WEL / NIET rechtop.
Het beeld is GROTER / KLEINER dan het voorwerp dat je door de lens ziet.

45 Een positieve lens is in het midden DIKKER / DUNNER dan aan de rand.

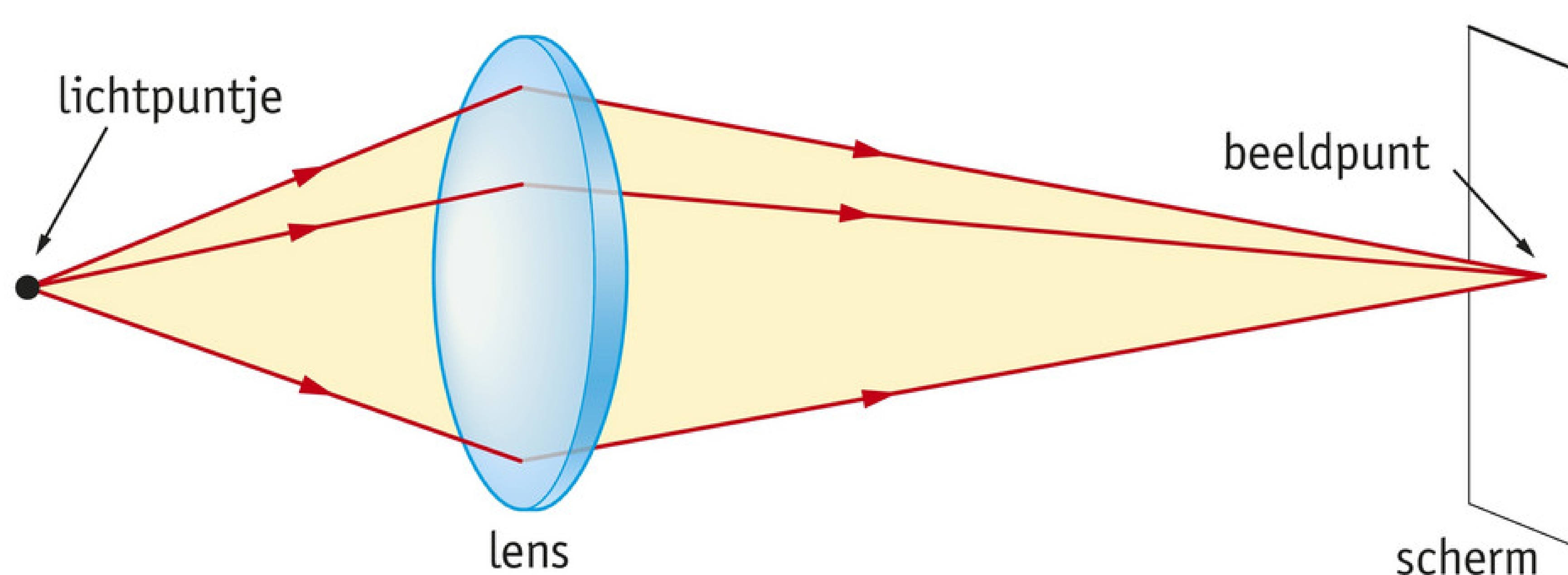
46 Een vergrootglas is WEL / NIET een bolle lens.

47 Zonnestralen die op een lens vallen, komen op één plaats bij elkaar.
Wat weet je van het punt waar deze stralen bij elkaar komen?

Dat punt is zo heet dat ______________________________ .

Een beeld scherpstellen

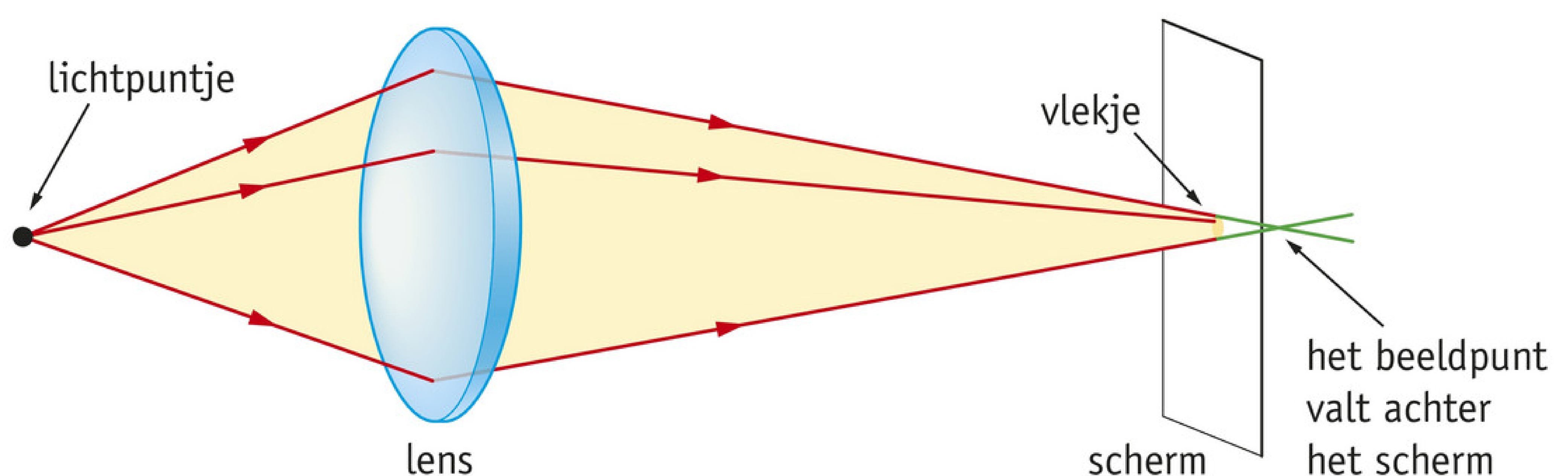
In afbeelding 38 staat een lamp voor een lens. Er is één **lichtpunt** van de lamp getekend.



▶ **afbeelding 38**
Lichtstralen gaan door een bolle lens.

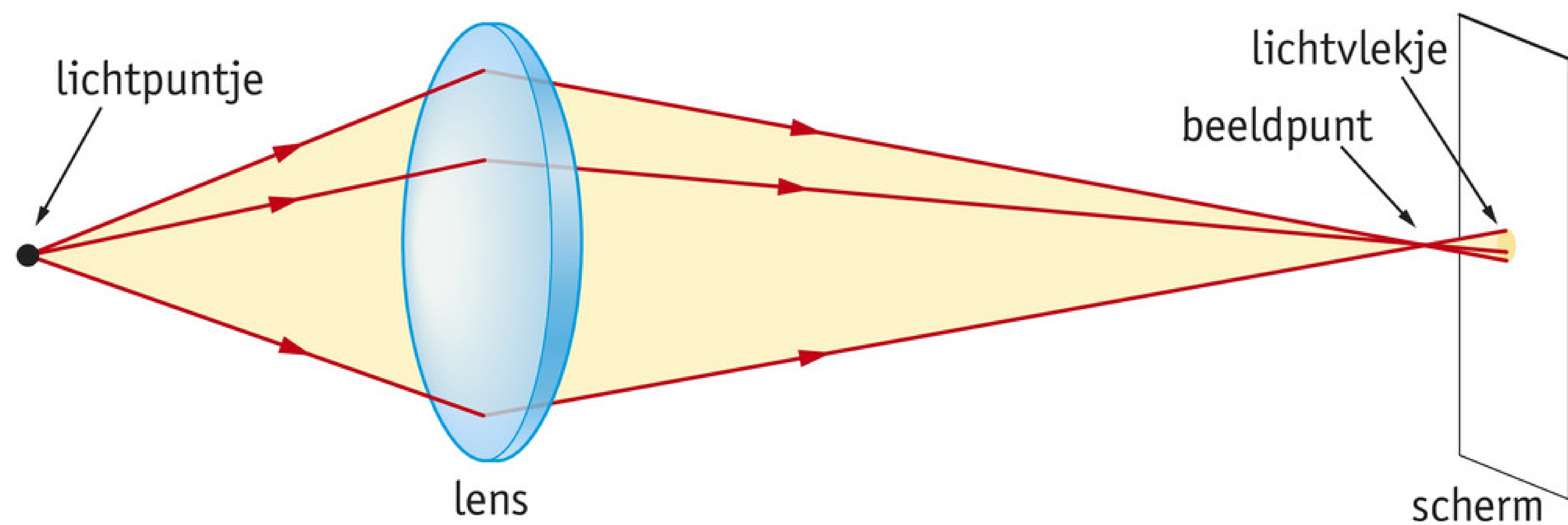
Vanuit het lichtpunt gaan de lichtstralen in alle richtingen. Sommige lichtstralen gaan door de lens. Aan de andere kant van de lens komen de lichtstralen bij elkaar in één punt. Dat punt noem je het **beeldpunt**. Als je precies bij het beeldpunt een scherm neerzet, zie je het beeld van het lichtpunt. Je hebt dan een **scherp beeld**.

Als je het scherm dichterbij zet, krijg je geen punt maar een vlek (afbeelding 39). Zet je het scherm nog dichterbij, dan wordt de vlek steeds groter. Het beeld wordt steeds minder scherp.



▶ **afbeelding 39**
Als het scherm te dichtbij staat, is het beeld onscherp.

Zet je het scherm verder weg, voorbij het beeldpunt, dan krijg je ook een vlek (afbeelding 40). In het beeldpunt kruisen de lichtstralen elkaar. Daarna gaan de lichtstralen verder. Ze gaan steeds verder uit elkaar. Het beeld op het scherm is onscherp.



▶ **afbeelding 40**
Als het scherm te ver weg staat, is het beeld onscherp.

Alle lichtpunten van de lamp vormen een beeldpunt of een vlek. Voor een scherp beeld moet de afstand tussen de lens en het scherm precies goed zijn. Is de afstand niet goed, dan wordt ieder punt een vlek. Al die vlekken gaan over elkaar en je krijgt een onscherp beeld.

In een camera werkt het ook op die manier. Je krijgt alleen een scherpe foto, als de afstand van de lens goed is ingesteld. Dat heet **scherpstellen**. In de meeste camera's gaat het scherpstellen vanzelf. In afbeelding 41 is het scherpstellen niet goed gedaan. De blaadjes zijn wel scherp, maar de bloem niet.



▲ **afbeelding 41**
een onscherp beeld van een camera

Proef 7 Het beeld van een kaarsvlam

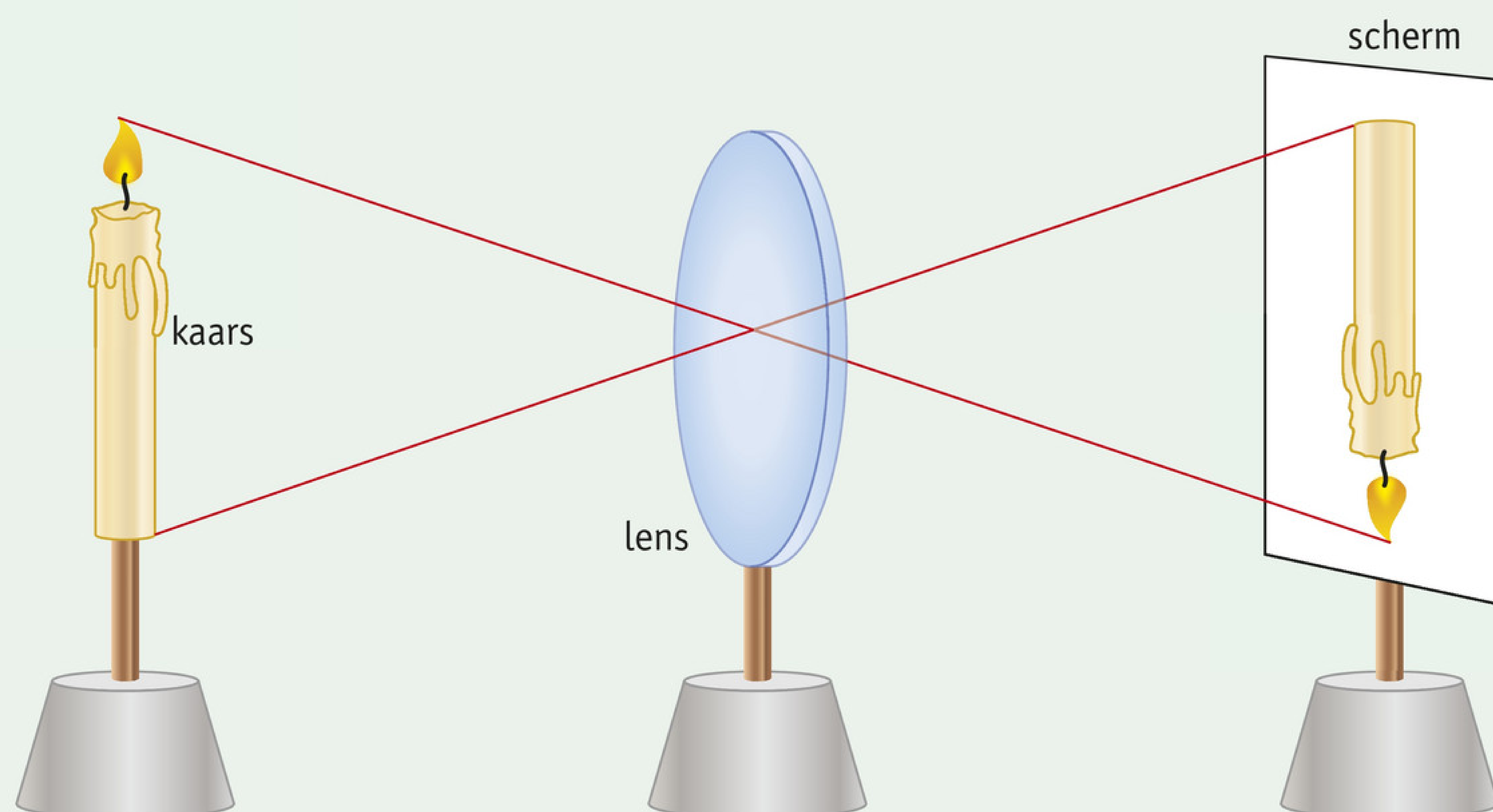
Wat je nodig hebt

- ☐ 1 bolle lens op een steel (brandpunts-afstand 10 cm)
- ☐ 1 scherm op een steel
- ☐ 3 tonvoeten
- ☐ 1 pen
- ☐ 1 kaars
- ☐ 1 duimstok of een rolmeter
- ☐ lucifers

Uitvoering

- Zet het scherm in de tonvoet.
- Zet de lens in de tonvoet.
- Zet de pen in de tonvoet.
- Steek de kaars voorzichtig in de pen.
- Maak de opstelling van afbeelding 42.

- Zet de lens op 20 cm van het scherm.



▲ **afbeelding 42**
Maak een scherp beeld van de kaarsvlam op het scherm.

- Zet de kaars op 20 cm aan de andere kant van de lens.
- Steek de kaars aan.
- Kijk wat je ziet op het scherm.

1 Op het scherm zie je WEL / NIET een scherp beeld van de kaars.

2 Het beeld van de kaars staat WEL / NIET op zijn kop.

3 Vergelijk de vlam van de kaars met het beeld van de vlam op het scherm.
Het beeld van de vlam is WEL / NIET even groot als de vlam van de kaars.

- Zet de kaars voorzichtig op 30 cm van de lens.

4 Is het beeld nu scherp?
Het beeld is:
- ☐ A scherper dan eerst
- ☐ B even scherp als eerst
- ☐ C minder scherp dan eerst

- Schuif het scherm langzaam dichter naar de lens toe.
- Kijk goed of het beeld scherp wordt.
- Maak het beeld zo scherp mogelijk.
- Meet de afstand tussen de lens en het scherm.
- Schrijf deze afstand op de juiste plaats in kolom 2 van tabel 4.
- Schrijf in kolom 3 van tabel 4 of het beeld groter, even groot of kleiner is dan de kaars.

▼ **tabel 4** gegevens van proef 7

afstand tussen de lens en de kaars in cm	afstand tussen de lens en het scherm in cm	het beeld is: groter / even groot / kleiner
12		
15		
20		
30		
40		
50		

- Zet de kaars op 40 cm van de lens.
- Schuif het scherm langzaam dichter naar de lens toe.
- Maak het beeld zo scherp mogelijk.
- Meet de afstand tussen de lens en het scherm.
- Schrijf deze afstand op de goede plaats in tabel 4.
- Schrijf ook op of het beeld groter, even groot of kleiner is dan de kaars.

- Zet de kaars op 50 cm van de lens.
- Schuif het scherm langzaam dichter naar de lens toe.
- Maak het beeld zo scherp mogelijk.
- Meet de afstand tussen de lens en het scherm.
- Schrijf deze afstand op de goede plaats in tabel 4.
- Schrijf op of het beeld groter, even groot of kleiner is dan de kaars.

- Zet de kaars op 15 cm van de lens.
- Schuif het scherm langzaam verder van de lens af.
- Maak het beeld zo scherp mogelijk.
- Meet de afstand tussen de lens en het scherm.
- Schrijf deze afstand op de juiste plaats in tabel 4.
- Schrijf ook op of het beeld groter, even groot of kleiner is dan de kaars.

- Zet de kaars op 12 cm van de lens.
- Schuif het scherm langzaam verder van de lens af.
- Maak het beeld zo scherp mogelijk.
- Meet de afstand tussen de lens en het scherm.
- Schrijf deze afstand op de juiste plaats in tabel 4.
- Schrijf ook op of het beeld groter, even groot of kleiner is dan de kaars.

5 Hoe verder het scherm van de lens af staat, hoe GROTER / KLEINER het beeld.

- Zet de kaars op 10 cm van de lens.
- Schuif het scherm langzaam verder van de lens af.
- Probeer een scherp beeld op het scherm te krijgen.
- Let op! De kaars en de lens moeten op hun plaats blijven staan.

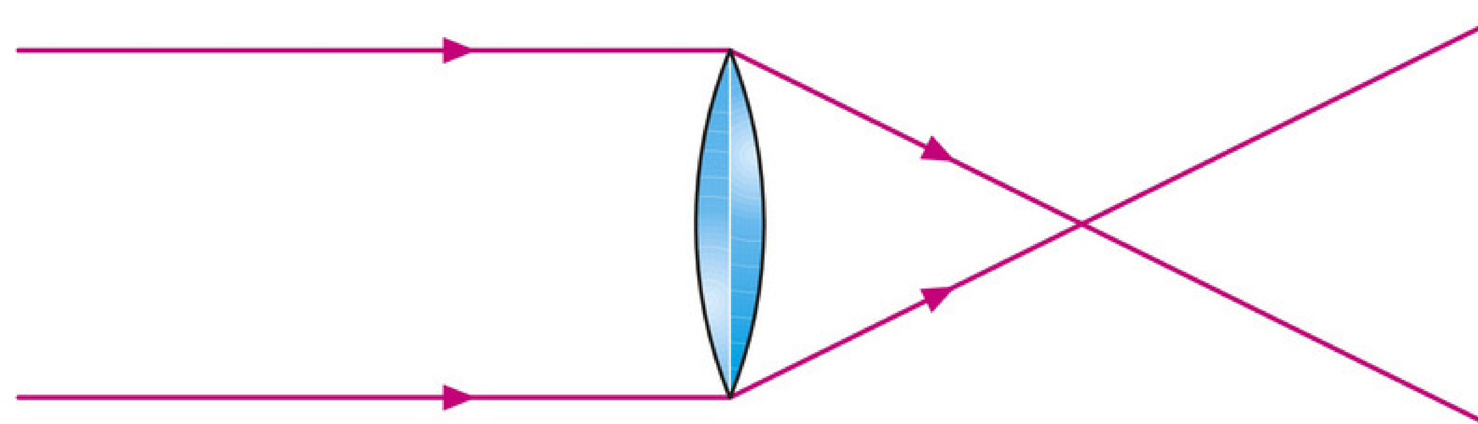
6 Het lukt nu WEL / NIET om een scherp beeld op het scherm te krijgen.

7 Om een scherp beeld te krijgen, moet het voorwerp WEL / NIET ver genoeg van de lens af staan.

- Ruim alles netjes op.

Brandpunt

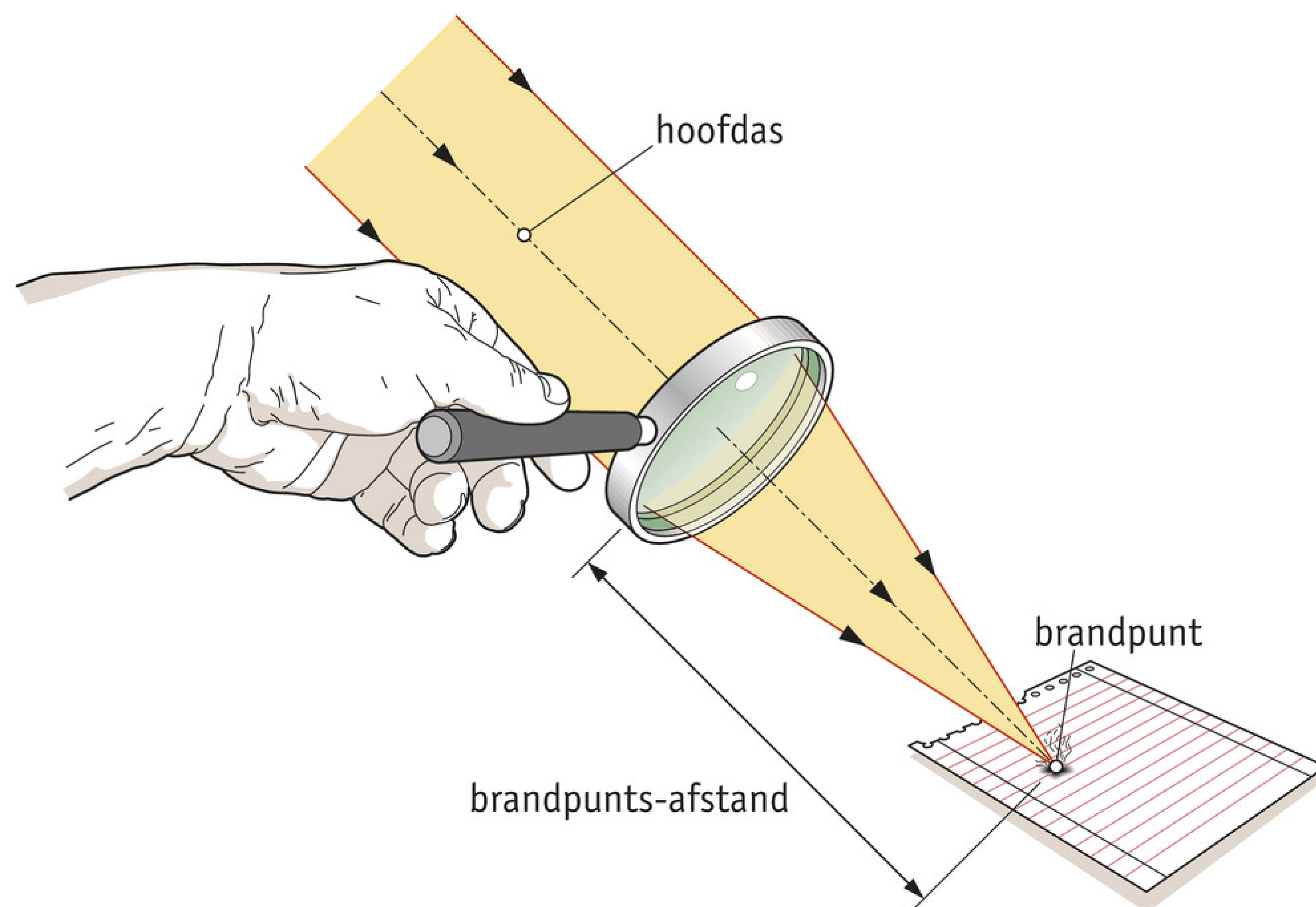
In afbeelding 43 zie je twee lichtstralen die door een bolle lens gaan. De lichtstralen die naar de lens gaan, zijn **evenwijdig**. Dat betekent dat de afstand tussen de lijnen steeds hetzelfde is.



▲ **afbeelding 43**
Evenwijdige lichtstralen breken in een bolle lens.

Aan de andere kant van de lens gaan de lichtstralen naar elkaar toe. Ze komen samen in één punt. Dit punt noem je het **brandpunt**. Als je de lens omdraait, zie je precies hetzelfde. De lens heeft dus aan beide kanten een brandpunt. De **brandpunts-afstand** is de afstand van de lens tot het brandpunt (afbeelding 44).

De lichtstraal die precies door het midden van de lens gaat, blijft rechtdoor gaan. Deze lichtstraal wordt niet gebroken. De lijn door het midden van de lens noem je de **hoofdas**.



▶ **afbeelding 44**
brandpunt, brandpunts-afstand en hoofdas van een bolle lens

Opgaven

48 Wat zijn evenwijdige lichtstralen?
- ☐ A lichtstralen die naar elkaar toe komen
- ☐ B lichtstralen die uit elkaar gaan
- ☐ C lichtstralen waarbij de afstand tussen de stralen gelijk blijft
- ☐ D lichtstralen waarbij de afstand tussen de stralen kleiner wordt

49 Hoe noem je het punt waar alle lichtstralen bij elkaar komen?

____

50 Welke afstand is de brandpunts-afstand?
- ☐ A de afstand tussen de lens en het brandpunt
- ☐ B de afstand tussen het brandpunt en de hoofdas
- ☐ C de afstand tussen twee evenwijdige lichtstralen
- ☐ D de afstand tussen de lens en de lichtbron

51 Welke lichtstraal die door een bolle lens loopt, wordt niet gebroken?
- ☐ A de lichtstraal die naast de hoofdas loopt
- ☐ B de lichtstraal die precies door het midden van de lens loopt
- ☐ C de lichtstraal die langs de rand van de lens loopt
- ☐ D alle lichtstralen die evenwijdig aan de hoofdas lopen

Lichtstralen door een bolle lens

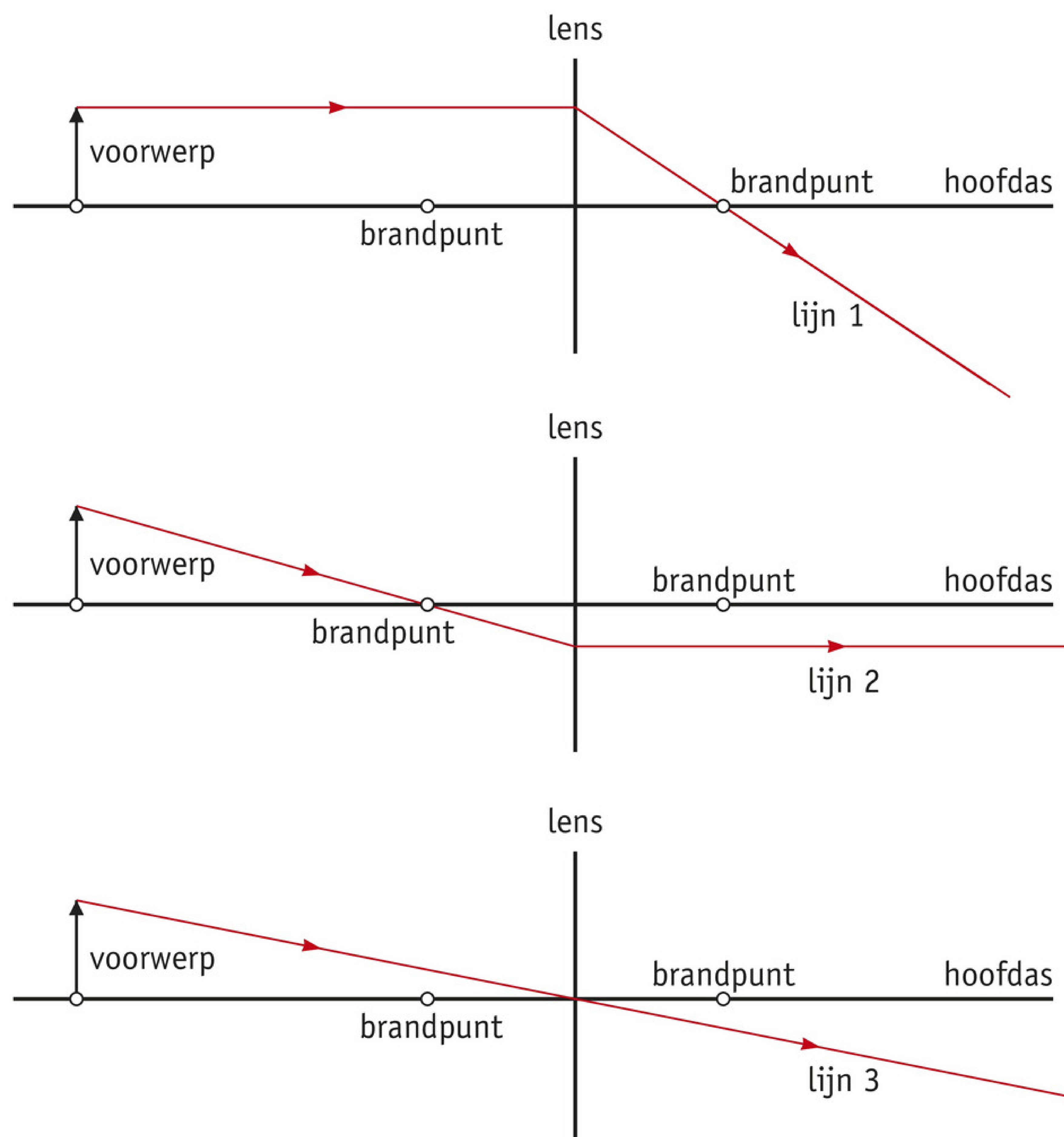
Bijna alle lichtstralen die door een bolle lens gaan, worden gebroken. Alleen de lichtstraal precies in het midden gaat rechtdoor. Je gaat leren tekenen hoe de lichtstralen door de lens gaan. Dit tekenen noem je **construeren**. Construeren betekent stap voor stap een technische tekening maken.

Een voorwerp staat voor een bolle lens. De lens is getekend als een lijntje. Het voorwerp is getekend als een rechtop staande pijl (afbeelding 45). Door de lens gaan drie belangrijke lichtstralen. Die lichtstralen vertrekken vanaf de top van het voorwerp. De punt van de pijl is de top van het voorwerp.

lijn 1 De straal evenwijdig aan de hoofdas.
Na breking door de lens gaat deze straal door het brandpunt achter de lens.

lijn 2 De straal door het brandpunt vóór de lens.
Na breking door de lens gaat deze straal evenwijdig aan de hoofdas.

lijn 3 De straal door het midden van de lens.
Deze straal wordt niet gebroken.
Na de lens gaat deze straal dus rechtdoor.



▶ **afbeelding 45**
Dit zijn de drie belangrijke lichtstralen bij het construeren.

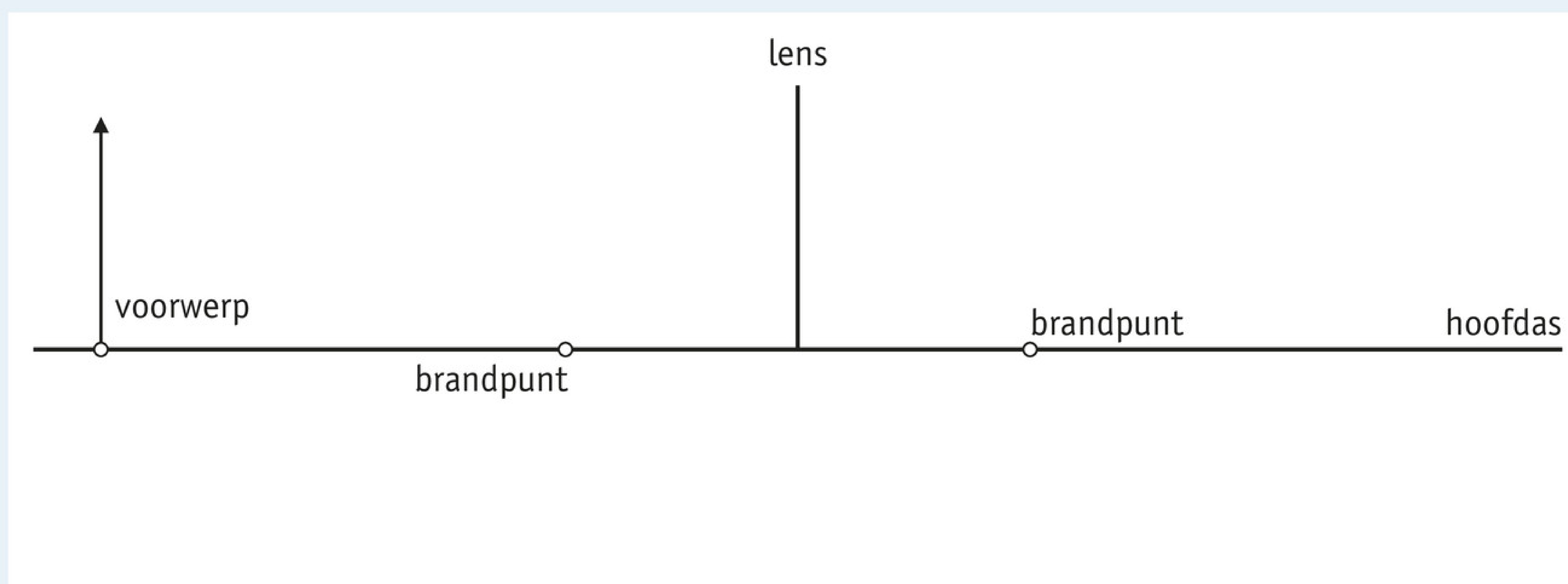
Opgaven

In de opgaven 53, 54 en 55 moet je construeren. Teken met potlood de lijnen dun en recht. Gebruik altijd een liniaal of geo-driehoek. Maak je een fout, gum die dan uit en begin opnieuw.

52 Wat betekent construeren?

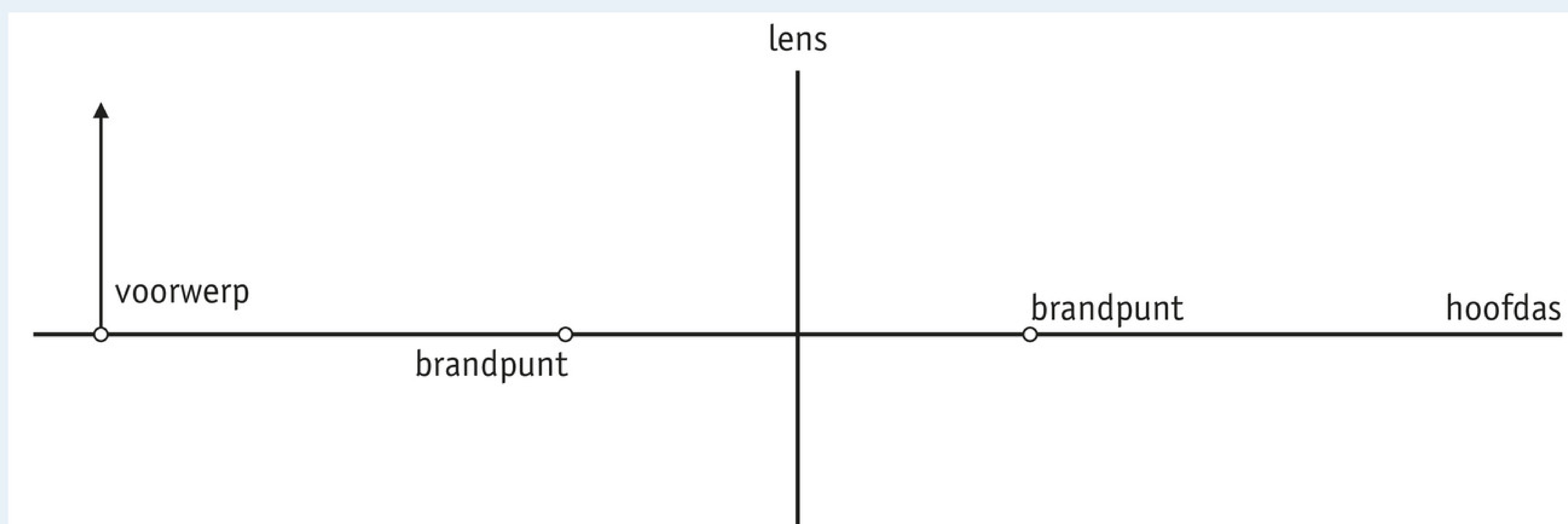
---

53 Teken in afbeelding 46 de evenwijdige lijn, die na breking door het brandpunt gaat. Begin bij de top van het voorwerp.



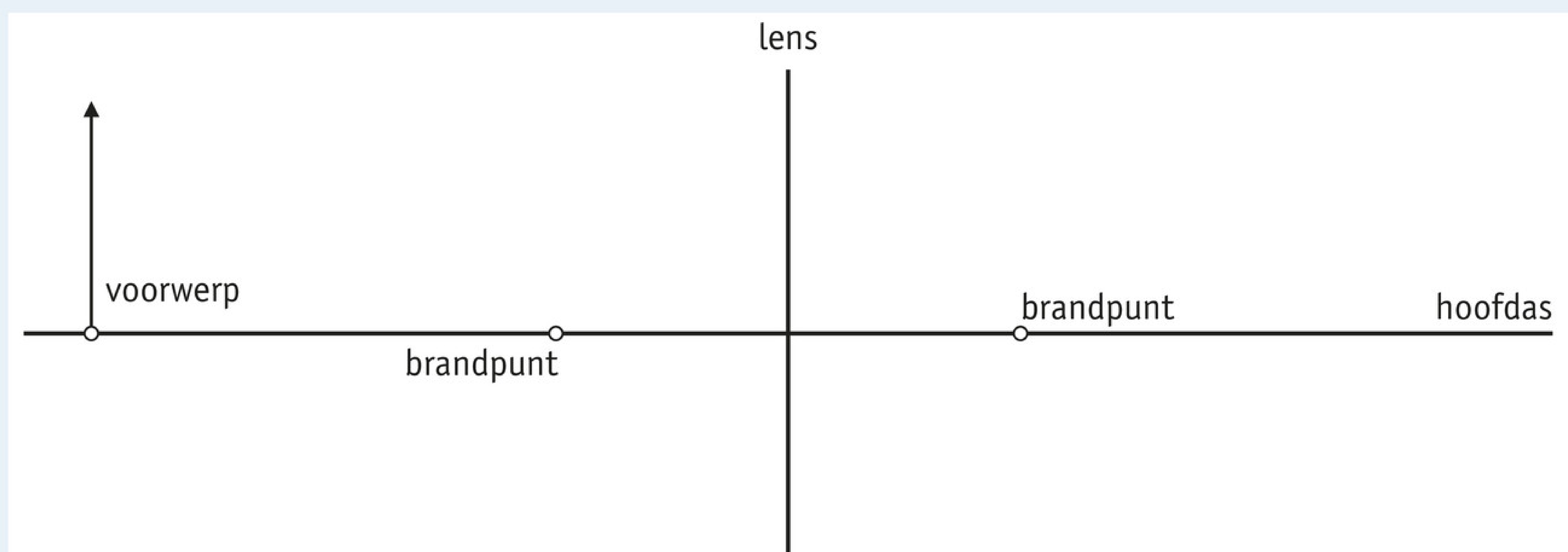
▲ **afbeelding 46**
lichtstraal 1

54 Teken in afbeelding 47 de lijn door het brandpunt voor de lens, die na breking evenwijdig aan de hoofdas loopt. Begin bij de top van het voorwerp.



▲ **afbeelding 47**
lichtstraal 2

55 Teken in afbeelding 48 de lijn die door het midden van de lens loopt. Begin bij de top van het voorwerp.

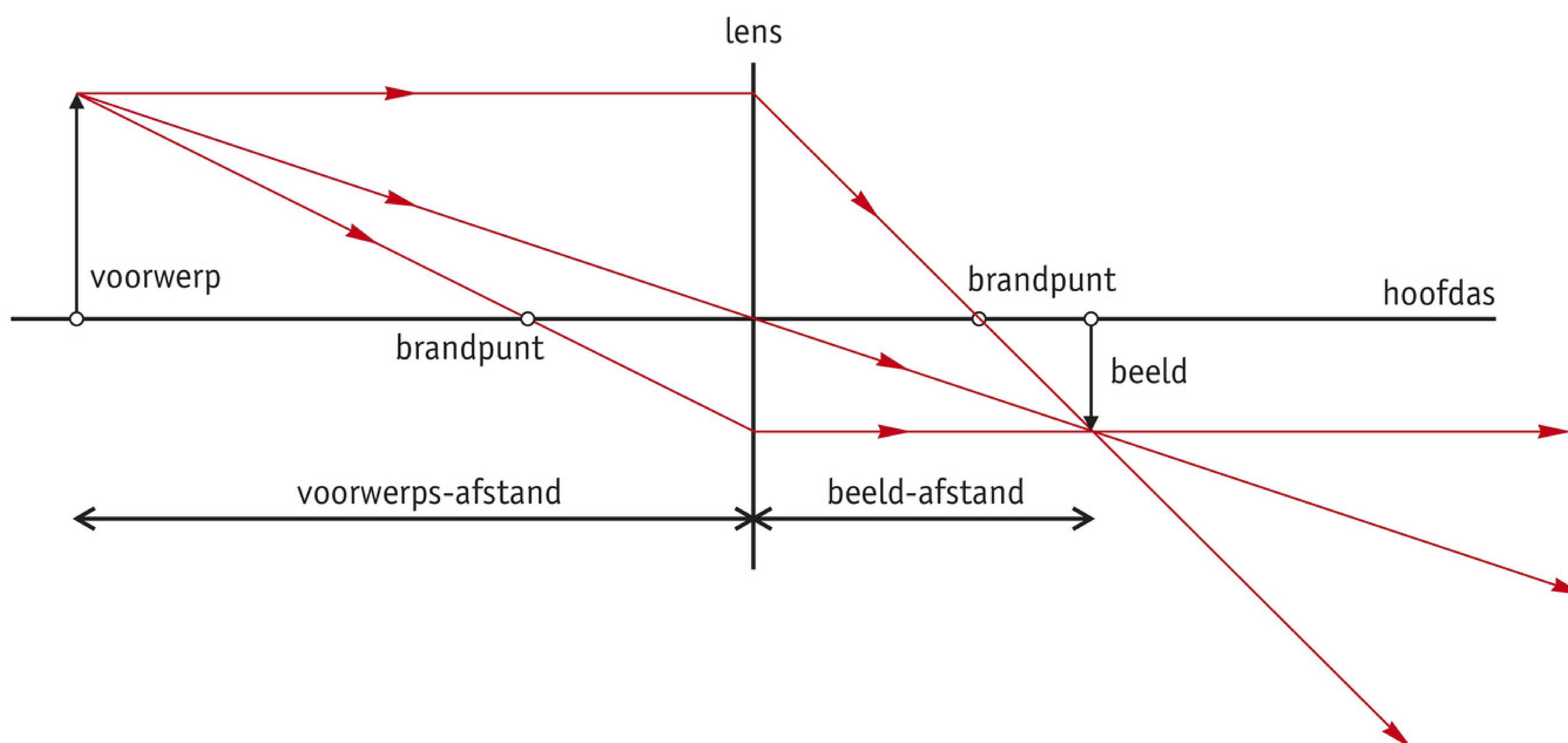


▲ **afbeelding 48**
lichtstraal 3

Voorwerps-afstand

Je weet nu hoe de lichtstralen door een bolle lens gaan. Nu kun je van een voorwerp het beeld construeren.

Een voorwerp staat voor een bolle lens (afbeelding 49). Het voorwerp is een pijl. De afstand van het voorwerp tot de lens noem je **voorwerps-afstand**. Op de hoofdas zijn de brandpunten getekend. Ook zie je de drie stralen die je geleerd hebt te tekenen. De pijltjes in de lijnen geven aan welke kant de lichtstralen op gaan.



▲ **afbeelding 49**
Zo construeer je een beeld.

Aan de andere kant van de lens komen de lichtstralen bij elkaar. Daar is het beeldpunt. De afstand van het beeld tot de lens noem je **beeld-afstand**. Je ziet dat het beeld op zijn kop staat. Ook zie je dat het beeld kleiner is dan het voorwerp.

Opgaven

Gebruik voor het meten je geo-driehoek of een liniaal.

56 Hoe groot is het voorwerp in afbeelding 49?
- ☐ A 10 mm
- ☐ B 20 mm
- ☐ C 30 mm
- ☐ D 60 mm

57 Hoe groot is de voorwerps-afstand in afbeelding 49?
- ☐ A 10 mm
- ☐ B 20 mm
- ☐ C 30 mm
- ☐ D 60 mm

58 Hoe groot is het beeld in afbeelding 49?
- ☐ A 10 mm
- ☐ B 20 mm
- ☐ C 30 mm
- ☐ D 60 mm

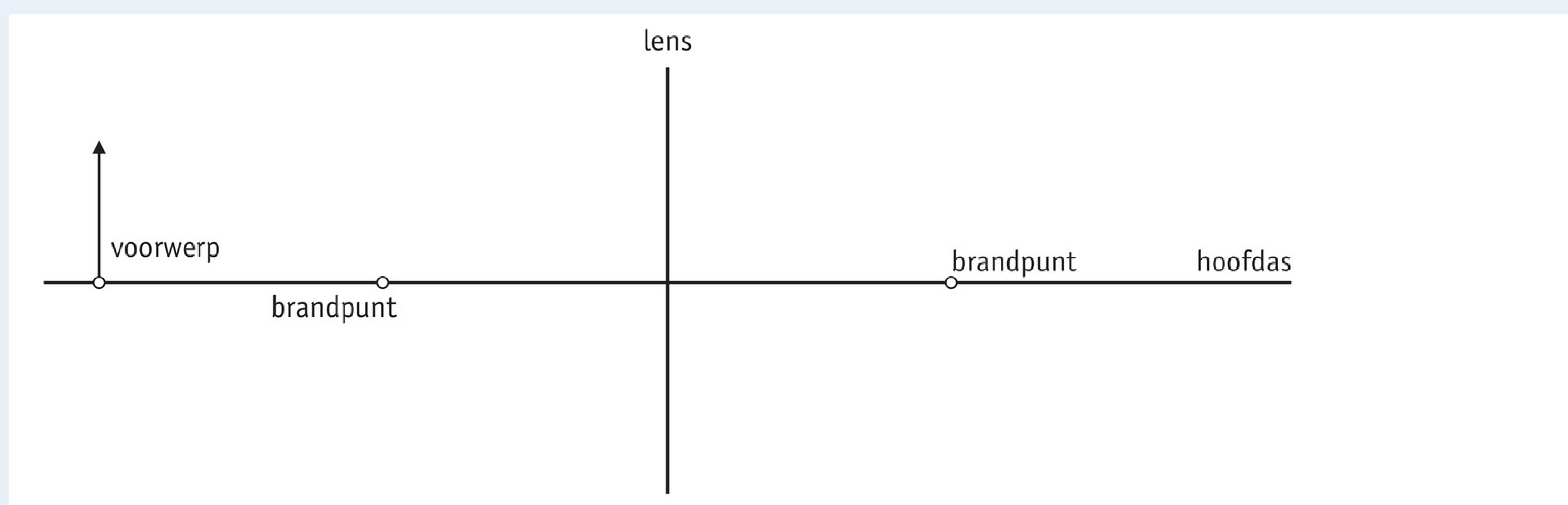
59 Hoe groot is de beeld-afstand in afbeelding 49?
- ☐ A 10 mm
- ☐ B 20 mm
- ☐ C 30 mm
- ☐ D 60 mm

60 Hoe groot is de brandpunts-afstand van de lens in afbeelding 49?
- ☐ A 10 mm
- ☐ B 20 mm
- ☐ C 30 mm
- ☐ D 60 mm

61 Het beeld is GROTER / KLEINER dan het voorwerp.

62 Welke weg wijzen de pijltjes, die de lichtstralen aangeven?
De pijltjes wijzen hoe de lichtstralen lopen van:
- ☐ A het voorwerp naar het beeld
- ☐ B het beeld naar het voorwerp

+63 Construeer de drie lichtstralen uit de punt van het voorwerp in afbeelding 50.



▲ **afbeelding 50**
Construeer de drie lichtstralen.

64 Teken het beeld op de juiste plaats in afbeelding 50.
Tip! Kijk nog eens goed naar afbeelding 49.

65 Hoe groot is het voorwerp in afbeelding 50?
- ☐ A 10 mm
- ☐ B 15 mm
- ☐ C 30 mm
- ☐ D 60 mm

66 Hoe groot is de voorwerps-afstand in afbeelding 50?
- ☐ A 10 mm
- ☐ B 15 mm
- ☐ C 30 mm
- ☐ D 60 mm

67 Hoe groot is de brandpunts-afstand van de lens in afbeelding 50?
- ☐ A 10 mm
- ☐ B 15 mm
- ☐ C 30 mm
- ☐ D 60 mm

68 Hoe groot is het beeld in afbeelding 50?
- ☐ A 10 mm
- ☐ B 15 mm
- ☐ C 30 mm
- ☐ D 60 mm

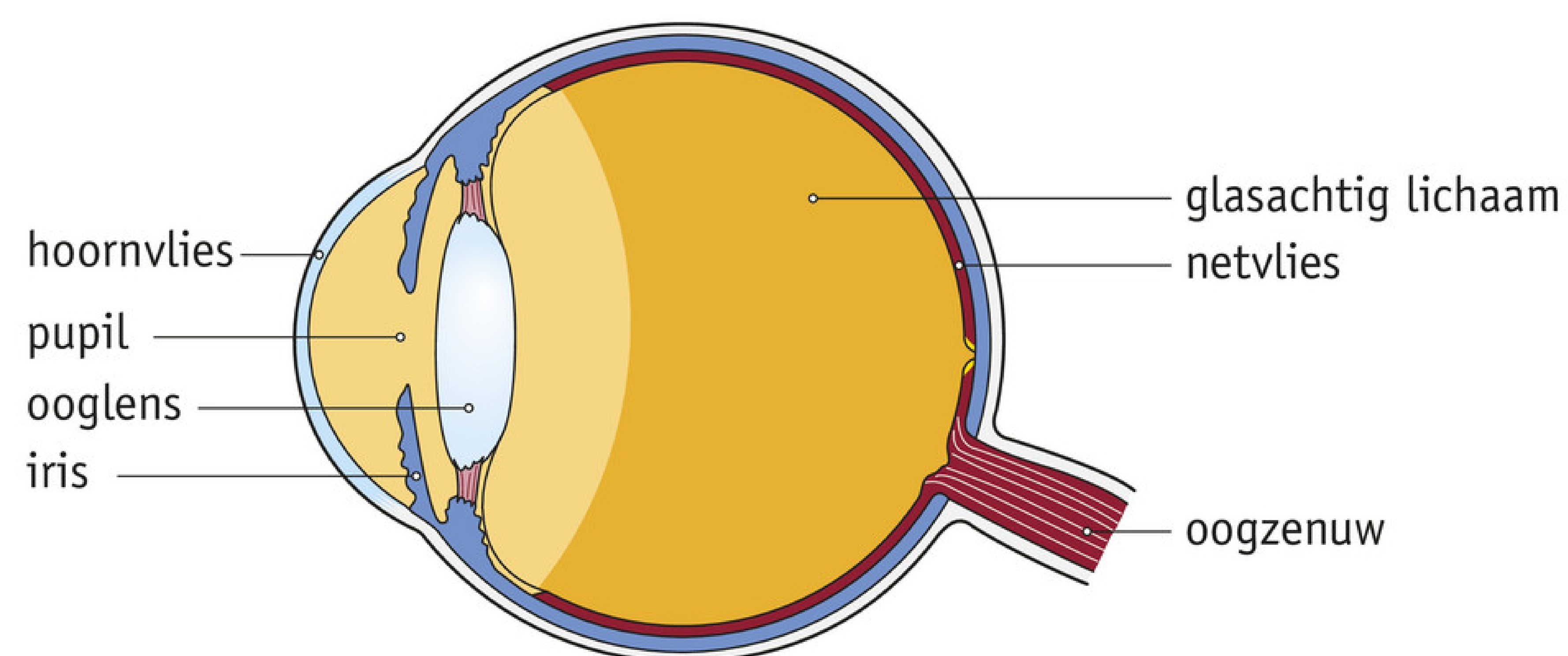
69 Hoe groot is de beeld-afstand in afbeelding 50?
- ☐ A 10 mm
- ☐ B 15 mm
- ☐ C 30 mm
- ☐ D 60 mm

70 In afbeelding 50 is het beeld WEL / NIET even groot als het voorwerp.

Menselijk oog

In je oog zit een lens. Daardoor kun je dingen zien. In afbeelding 51 is een oog getekend. Je ziet de binnenkant van een oog. Een lichtstraal die op je oog valt, gaat eerst door het **hoornvlies**. Daarna gaat de lichtstraal door de **pupil**. De pupil is een opening in het midden van de **iris**.

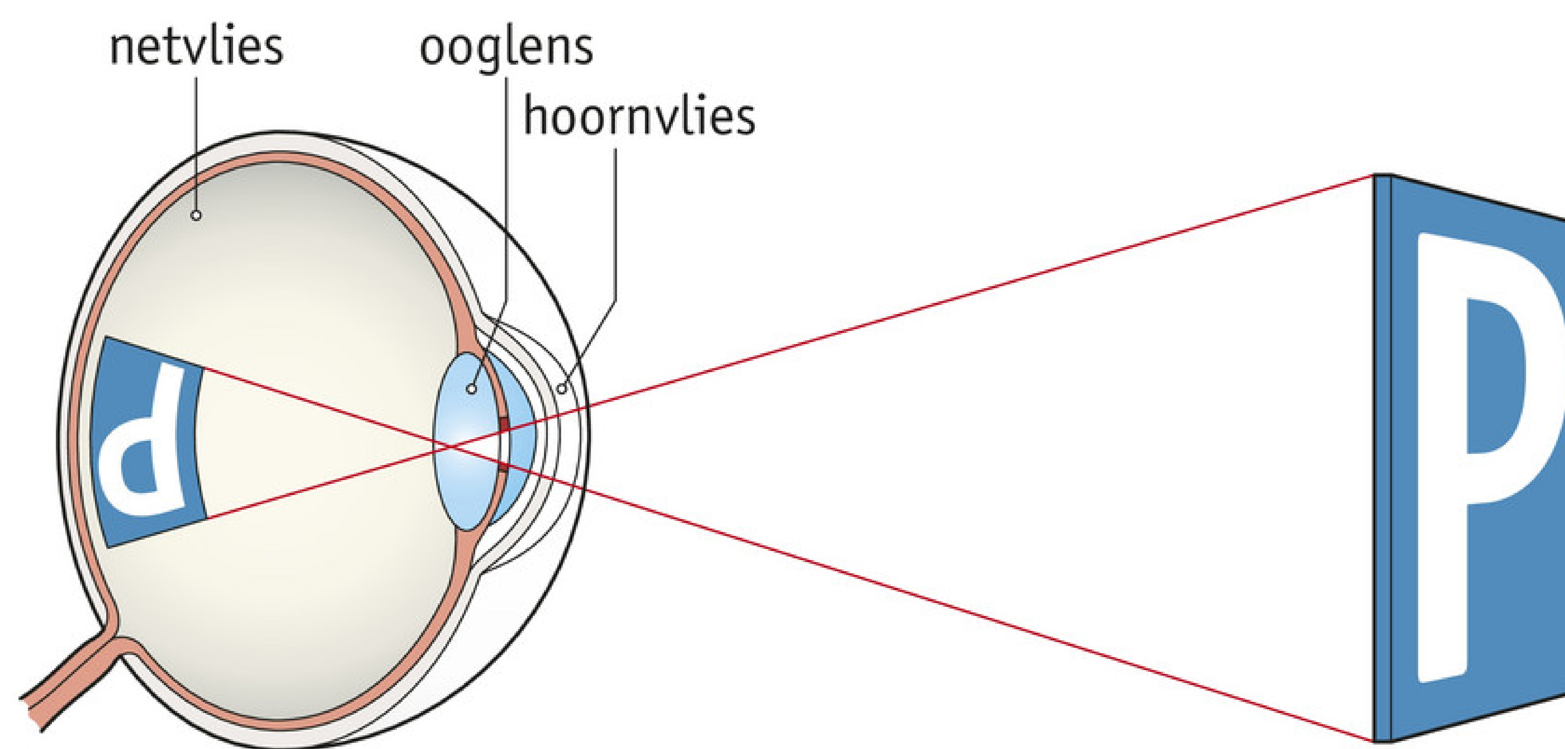
Je pupillen zijn zwart. De kleur van de iris is bij iedereen anders. Bij sommige mensen is de iris bruin. Bij andere mensen is de iris blauw of groen.



▶ **afbeelding 51**
de binnenkant van een oog

De lichtstraal gaat door de **ooglens**. De ooglens is een bolle lens. Achter de lens ligt het **glasachtig lichaam**. Dit is een doorzichtige bol. Tot slot komt de lichtstraal op het **netvlies**. Het netvlies ligt achter in je oog. Via de **oogzenuw** gaat er een signaal naar je hersenen. Je hersenen weten daardoor wat je ziet.

In afbeelding 52 zie je wat er in je oog gebeurt. Het oog kijkt naar een witte P op een blauw bord. Op het netvlies is het beeld kleiner en het staat op zijn kop. Ook zijn links en rechts omgewisseld.



▶ **afbeelding 52**
Zo vormt je oog een beeld.

Opgave

71 In afbeelding 53 zie je de binnenkant van een oog. Bij zes delen van het oog staat een cijfer.
Schrijf hier bij elk cijfer de naam van dat deel van het oog:

1 = ______________________

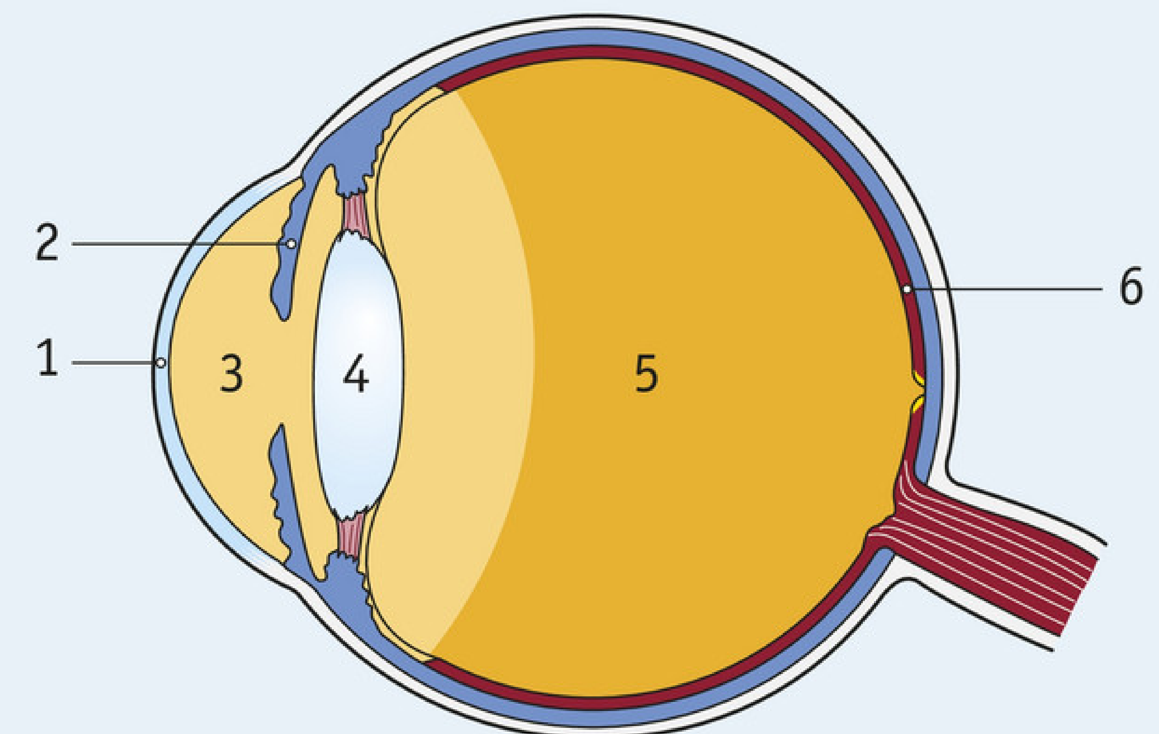
2 = ______________________

3 = ______________________

4 = ______________________

5 = ______________________

6 = ______________________

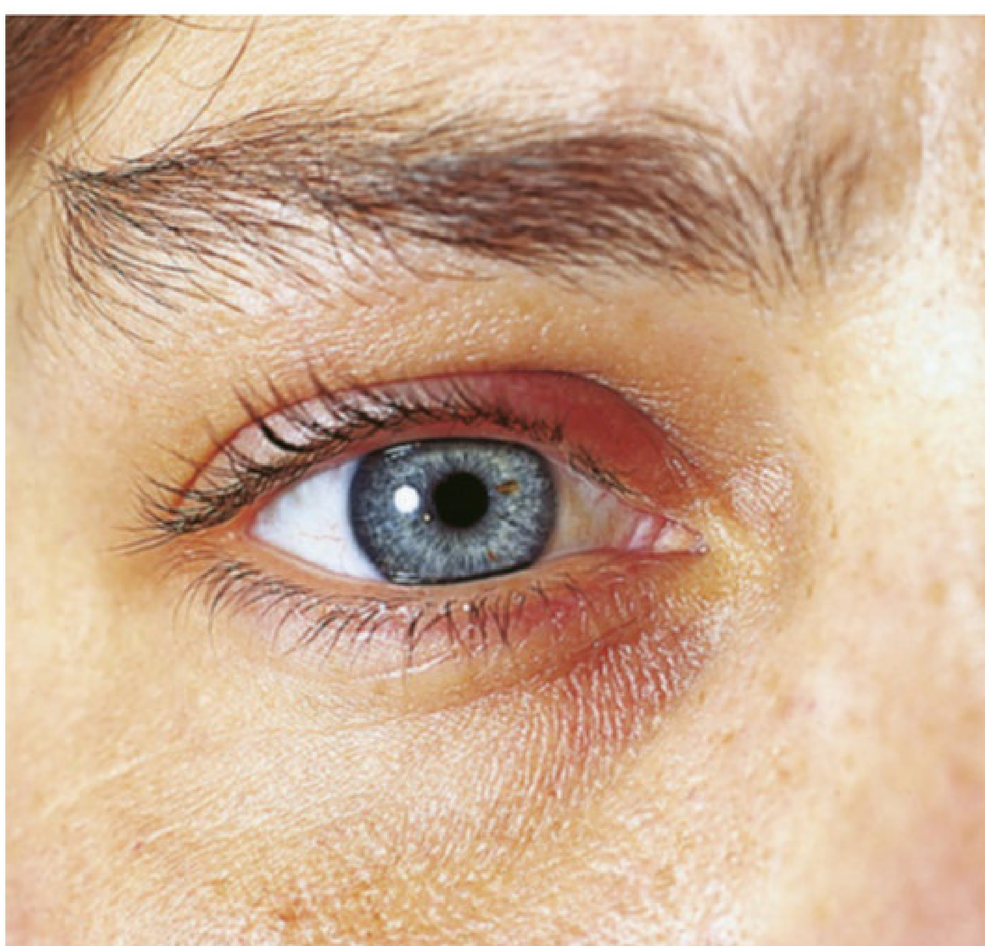


▲ **afbeelding 53**
zes delen van een oog

Licht en donker

In het licht en in het donker moet je goed kunnen zien. Komt er te veel of te weinig licht in je oog, dan zie je niet goed. Je oog past dit zelf aan (afbeelding 54). Als het heel licht is, wordt je pupil klein. Er kan dan minder licht in je oog komen. Als het donker is, wordt je pupil groot. Zo kan er meer licht naar binnen.

▼ **afbeelding 54**
Je pupil kan groter en kleiner worden.







Opgaven

72 Je zit op school in een goed verlicht lokaal.
De pupillen van je ogen zijn dan KLEIN / GROOT.

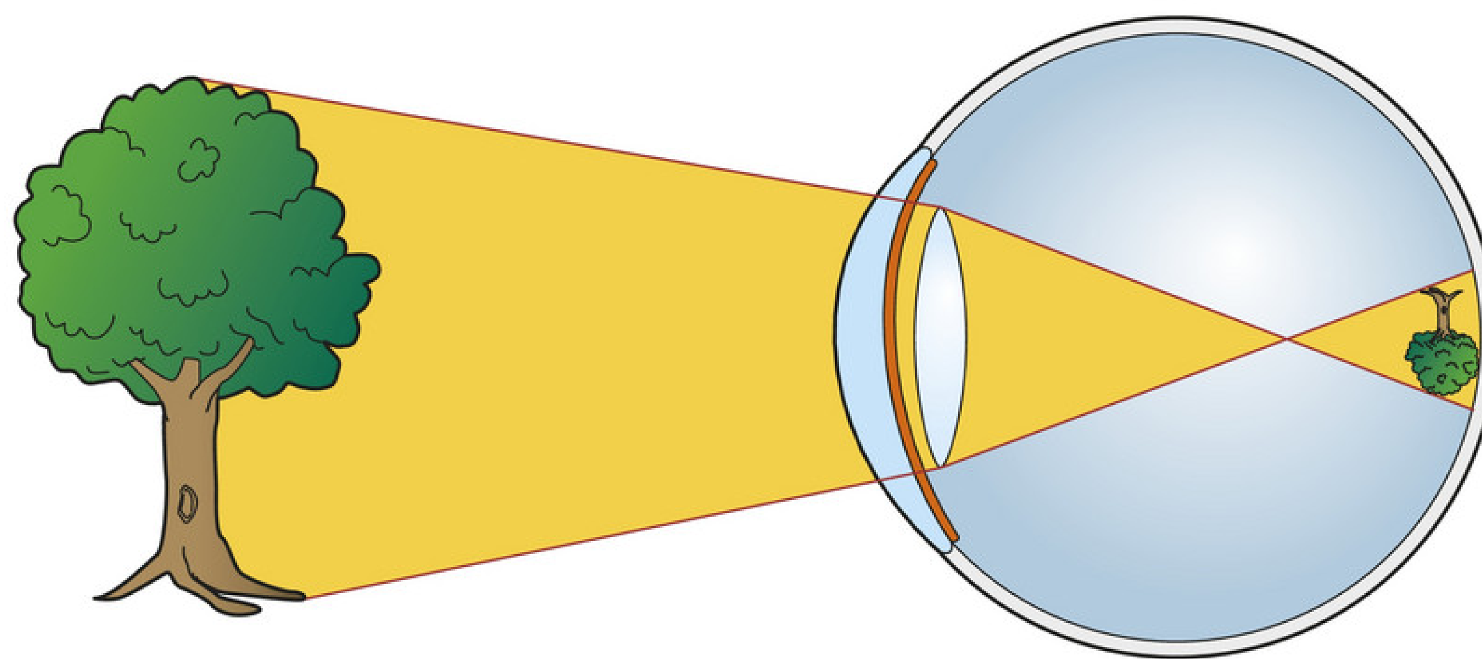
73 Je wandelt 's avonds in het donker.
De pupillen van je ogen zijn dan KLEIN / GROOT.

74 Je zit in een goed verlicht lokaal. Buiten is het donker. Het licht in het lokaal gaat uit.
Hoe reageren je pupillen nu het plotseling donker wordt?
- ☐ A Je pupillen worden groter.
- ☐ B Je pupillen worden kleiner.
- ☐ C Ze reageren helemaal niet.
- ☐ D Ze reageren pas als het licht weer aan gaat.

Dichtbij en veraf

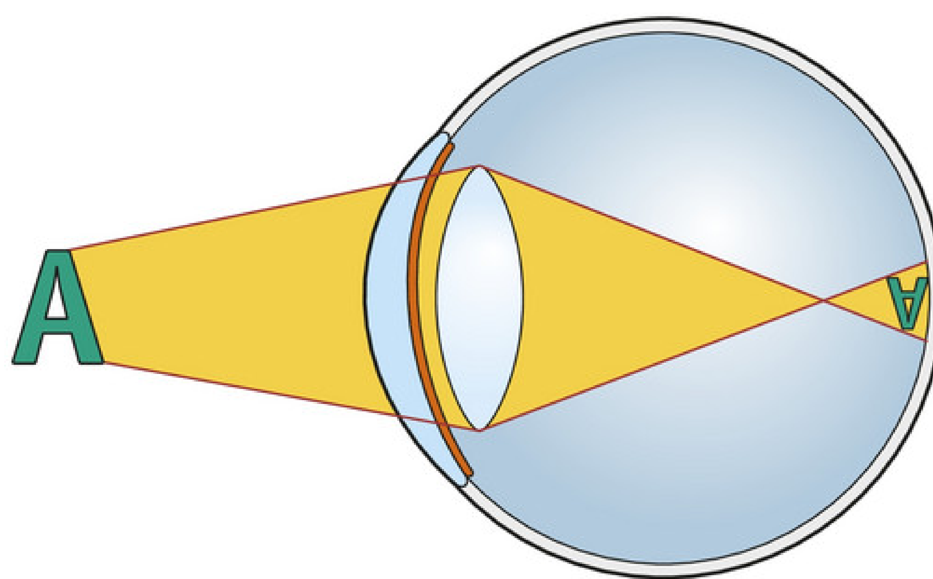
Je wilt dingen dichtbij en ver weg goed kunnen zien. Je oog kan allebei, maar niet tegelijk. Dat komt omdat de lens in je oog van vorm kan veranderen. De ooglens kan meer of minder bol worden. Als je ooglens van vorm verandert, noem je dat **accommoderen**. Accommoderen betekent aanpassen.

Als je ooglens minder bol is, kun je ver weg scherp zien (afbeelding 55).



▲ **afbeelding 55**
Als je ooglens minder bol is, kun je ver weg kijken.

Als je ooglens heel bol is, kun je dichtbij scherp zien (afbeelding 56).



▲ **afbeelding 56**
Als je ooglens heel bol is, kun je dichtbij scherp zien.

Proef 8 Bewegingen van je ogen

Wat je nodig hebt
☐ 1 spiegel

Uitvoering
- Kijk even naar het licht buiten of naar het licht van een lamp.
- Houd nu de spiegel met één hand voor je ogen.
- Houd de spiegel zó dat je je pupillen goed kunt zien.

1 De pupillen van je ogen zijn KLEIN / GROOT.

- Kijk in de spiegel en tel langzaam tot tien.

2 Wat gebeurt er met de pupillen van je ogen?
☐ A Mijn pupillen blijven even groot.
☐ B Mijn pupillen worden kleiner.
☐ C Mijn pupillen worden groter.

- Lees eerst de volgende tekst helemaal door, zodat je weet wat je moet doen.
- Kijk in de spiegel.
- Leg je andere hand voor je ogen en doe je ogen dicht.
- Tel langzaam tot tien.
- Haal je hand weg en doe je ogen open.
- Kijk direct naar je pupillen in de spiegel.
- Je ziet dat je pupillen groot zijn en weer klein worden.
- Doe dit een paar keer zodat je de verandering van je pupillen goed kunt zien.

3 Wat gebeurt er met je pupillen, als je ogen van donker in licht komen?
☐ A De pupillen blijven even groot.
☐ B De pupillen worden kleiner.
☐ C De pupillen worden groter.

- Leg de spiegel op tafel.
- Lees de volgende tekst, zodat je weet wat je moet doen.
- Kijk naar het verste punt dat je vanuit het lokaal kunt zien.
- Strek je arm recht voor je uit en maak een vuist.
- Doe je duim omhoog.
- Kijk naar je duim en tel langzaam tot twee.
- Kijk naar het punt veraf en tel weer tot twee.
- Kijk nog eens twee tellen naar je duim en dan weer naar het punt.
- Doe dat een keer of vijf.

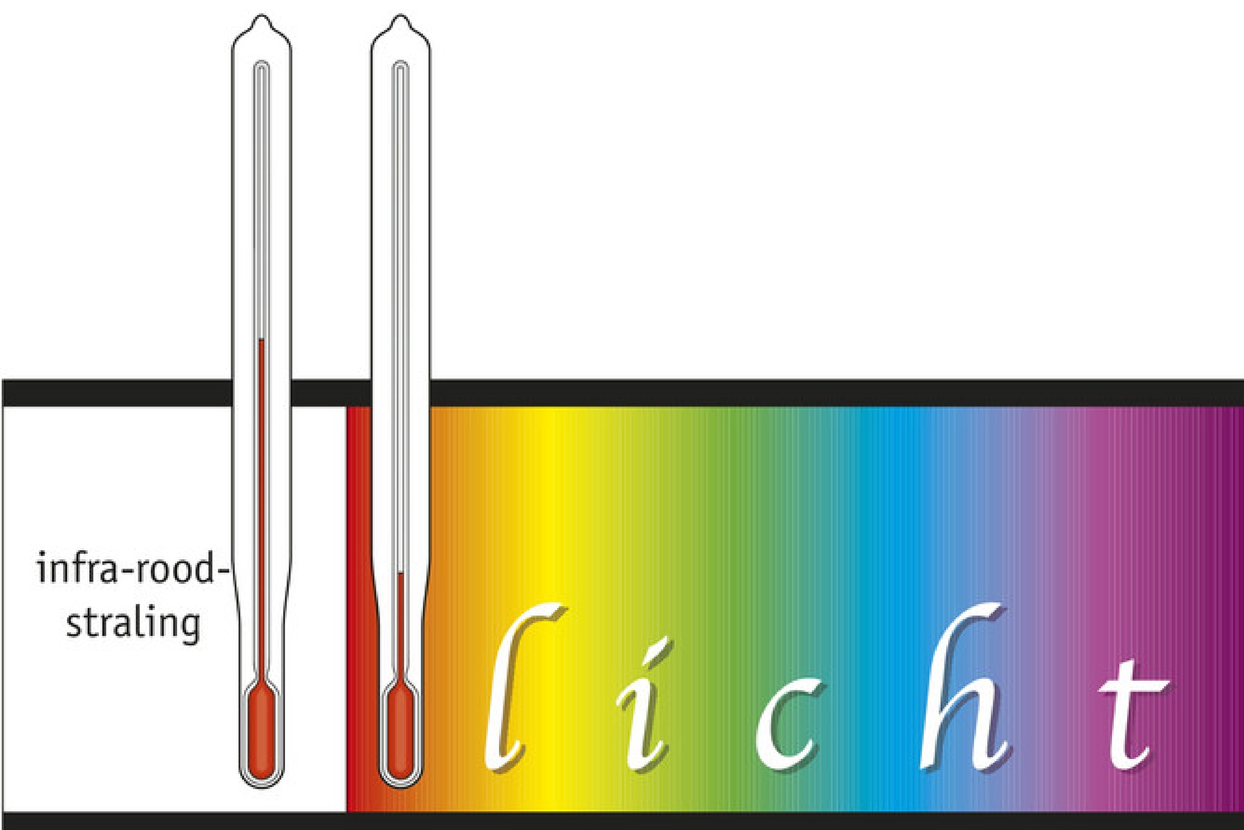
Tijdens dit proefje voel je dat de lens van je oog ‘iets’ doet. Je oog stelt zich telkens anders in. Je lens wordt platter en boller. Je hebt nu gevoeld hoe je ogen accommoderen.

- Ruim alles netjes op.

Onthouden!

Een bolle lens is in het midden dikker dan aan de buitenkant.
Met een lens kun je een beeld maken van de werkelijkheid.
Door het scherpstellen van een camera, zorg je voor een scherp beeld.
Evenwijdig betekent dat de afstand tussen de lijnen hetzelfde blijft.
In het brandpunt van een lens komen de lichtstralen samen.
De afstand van het brandpunt tot de lens is de brandpunts-afstand.
De afstand van een voorwerp tot de lens is de voorwerps-afstand.
De afstand van het beeld tot de lens is de beeld-afstand.
De hoofdas loopt midden door de lens.
Construeren doe je als je de lichtstralen door een lens tekent.
De onderdelen van je oog zijn: hoornvlies, pupil, iris, ooglens, glasachtig lichaam, netvlies, oogzenuw.
De pupil kan zich aanpassen aan licht en donker, hij wordt kleiner of groter.
Je ooglens kan bol of plat worden. Dat heet accommoderen.

5 Straling



▲ **afbeelding 57**
In het spectrum komt infra-rood-straling voor het rode licht.

In het spectrum van zonlicht zitten de kleuren: rood, oranje, geel, groen, blauw en violet. In zonlicht zit ook straling die je niet kunt zien.

Infra-rood

De zon straalt licht en warmte uit. Het licht van de zon kun je zien. De warmte kun je niet zien, maar je kunt hem wel voelen. De warmte-straling van de zon noem je **infra-rood-straling**. In afbeelding 57 zie je het spectrum van de zon. Je ziet dat de warmte-straling voor het rode licht komt. 'Infra-rood' betekent 'voor het rood'.

Een infra-rood-lamp straalt rood licht uit en veel warmte-straling. Infra-rood-stralen zijn **warmte-stralen**. Een boer gebruikt een infra-rood-lamp om pasgeboren dieren warm te houden (afbeelding 58). Het rode licht zie je wel, de infra-rood-straling kun je niet zien.

De afstands-bediening van de tv werkt ook met infra-rood-straling. Aan de voorkant van de afstands-bediening zit een led-lampje. Dit lampje zendt infra-rood-stralen uit.



▶ **afbeelding 58**
De warmte van de infra-rood-lamp houdt de geitjes warm.

Proef 9 Infra-rood-straling

Wat je nodig hebt
- ☐ 1 tv
- ☐ 1 bijbehorende afstands-bediening

Uitvoering
- Leg je handen tegen elkaar.
- Wrijf ongeveer tien seconden je handen over elkaar.
- Leg je linkerhand plat op tafel.
- Houd je rechterhand ongeveer 1 cm boven je linkerhand (afbeelding 59).
- Tel langzaam tot tien.

1 Wat voelt de onderste hand van de bovenste hand?
- ☐ A lichtstralen
- ☐ B warmte
- ☐ C Je onderste hand wordt koud.
- ☐ D niets



▲ **afbeelding 59**
De ene hand voelt de warmte van de andere hand.

- Wrijf weer je handen goed over elkaar.
- Leg nu je rechterhand op tafel.
- Houd op dezelfde manier als net je linkerhand boven je rechterhand.
- Tel weer langzaam tot tien.

2 Wat voelt de onderste hand nu van de bovenste hand?
- ☐ A kou
- ☐ B warmte
- ☐ C lichtstralen
- ☐ D niets

- Wrijf weer goed in je handen.
- Houd beide handen vlak bij je gezicht.
- Raak daarbij je gezicht niet aan.
- Tel weer langzaam tot tien.

3 Ook je gezicht voelt de ______________ van je handen.

4 Kon je in deze proef de warmte-stralen zien en/of voelen?
- ☐ A Ik kon de warmte-stralen niet zien en niet voelen.
- ☐ B Ik kon de warmte-stralen wel zien, maar niet voelen.
- ☐ C Ik kon de warmte-stralen zien en voelen.
- ☐ D Ik kon de warmte-stralen niet zien, maar wel voelen.

- Zet de tv aan.
- Ga ongeveer 3 meter voor de tv staan.
- Richt de afstands-bediening naar de tv.
- Zet met de volume-knop van de afstands-bediening het geluid harder.
- Zet op dezelfde manier het geluid zachter.

5 Met de afstands-bediening kun je het volume van de tv

____ .

6 Je moet de afstands-bediening WEL / NIET op de tv richten.

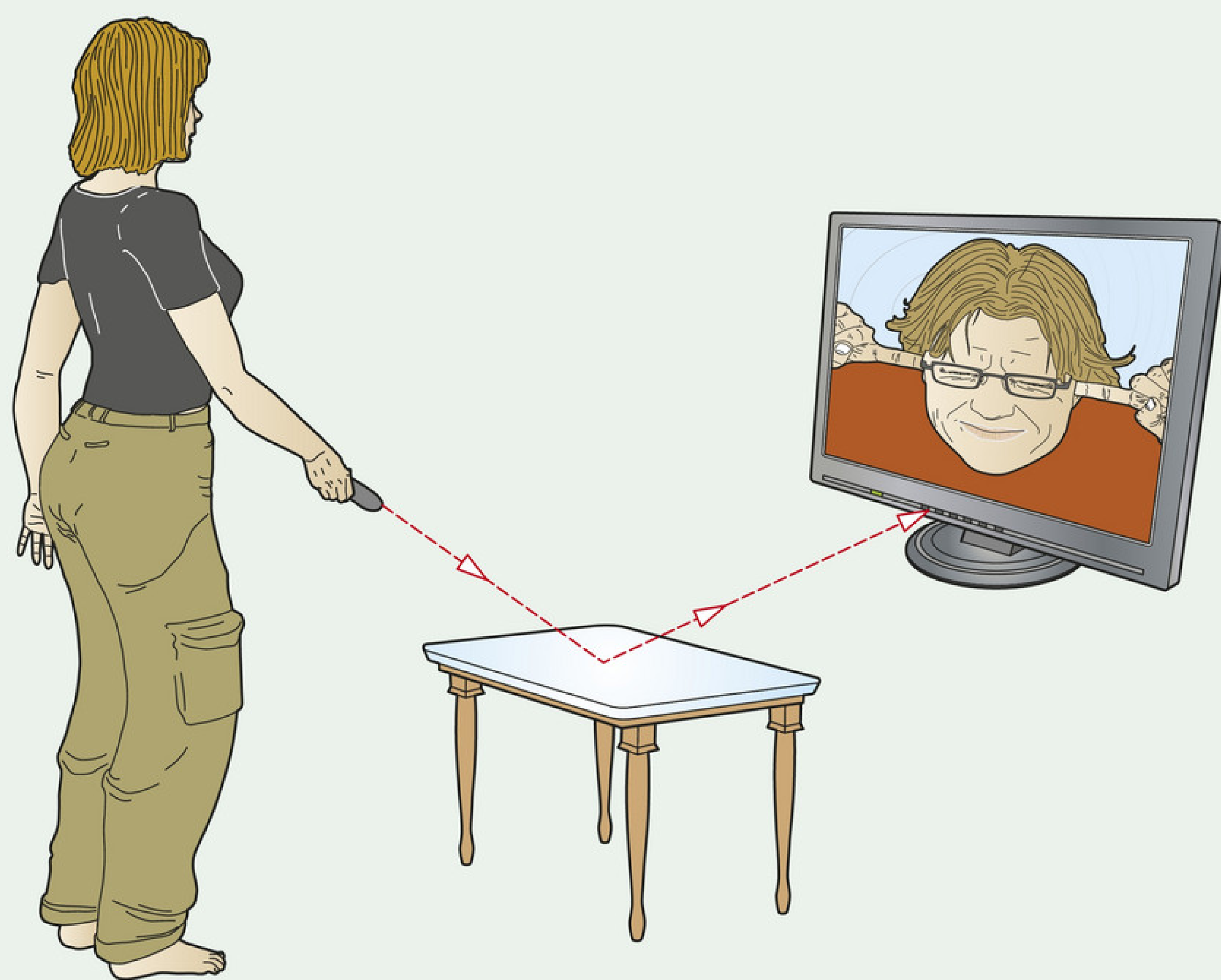
- Richt de afstands-bediening weer op de tv.
- Houd je hand tussen de afstands-bediening en de tv.
- Druk weer op de volume-knop van de afstands-bediening.
  Als er niets gebeurt, heb je alles goed gedaan.

7 Infra-rood-stralen gaan WEL / NIET door je hand.

- Houd je hand opnieuw tussen de afstands-bediening en de tv.
- Blijf drukken en laat je hand langzaam zakken.

8 Wanneer verandert het geluid?
Als je hand WEL / NIET tussen de afstands-bediening en de tv in zit.

- Richt de afstands-bediening opnieuw op de tv.
- Laat de afstands-bediening zakken naar de tafel tussen jou en de tv, zoals in afbeelding 60.
- Druk op de volume-knop van de afstands-bediening.
- Als het geluid niet verandert, ga dan dichter bij de tv staan.
  Doe de opdracht zó dat het geluid verandert.



▲ **afbeelding 60**
Zo buig je infra-rood-stralen af.

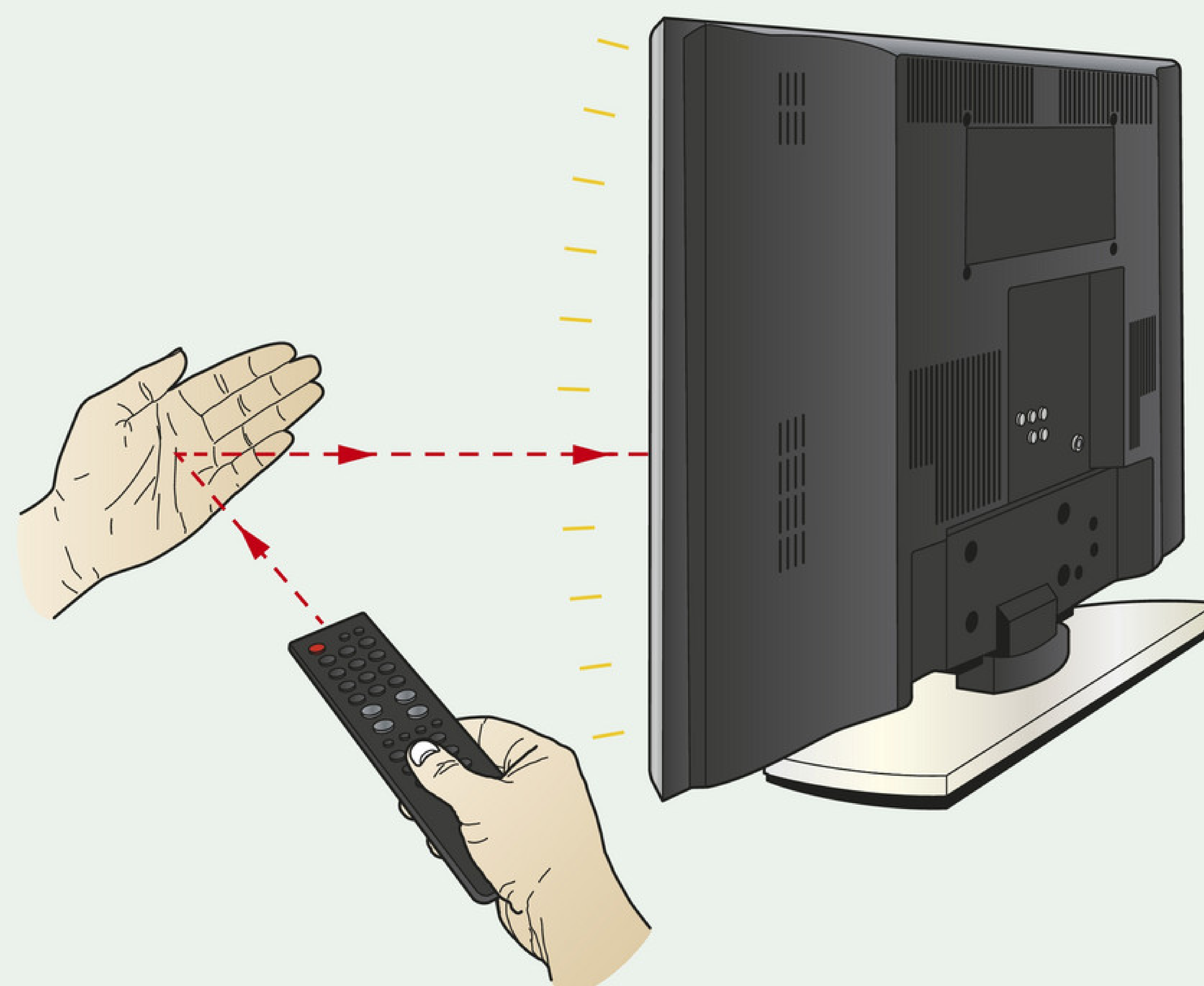
Net als lichtstralen lopen infra-rood-stralen in een rechte lijn. Lichtstralen breken op een glanzend oppervlak (spiegel). In afbeelding 60 zie je dat infra-rood-stralen weerkaatsen op een glanzend oppervlak.

- Ga ongeveer 1 meter voor de tv staan.
- Regel het geluid met de afstands-bediening naar de tv gericht.
- Houd je hand evenwijdig aan de tv, zoals in afbeelding 61 op bladzijde 200.
- Houd de afstands-bediening naar je hand gericht.

Als alles goed is, kun je ook zo het geluid veranderen.
Je merkt dat je de infra-rood-stralen zelfs kunt weerkaatsen met je hand.

9 Infra-rood-stralen kun je WEL / NIET weerkaatsen via je hand.

- Ruim alles netjes op.



▶ **afbeelding 61**
Zo kun je spiegelen met infra-rood-stralen op je hand.

Opgaven

75 Infra-rood-stralen gaan WEL / NIET in een rechte lijn.

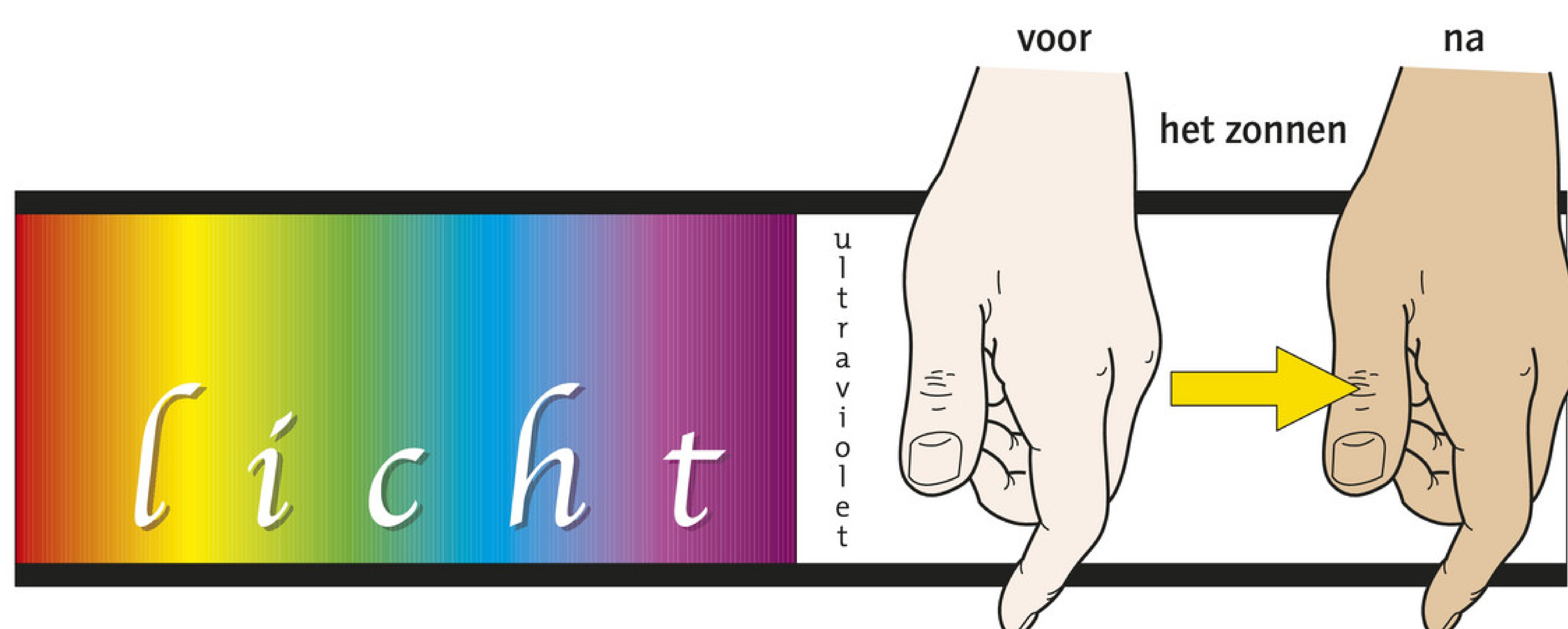
76 Infra-rood-stralen gaan WEL / NIET door je hand.

77 Welke verbinding is er tussen de afstands-bediening en de tv?
- ☐ A lichtstralen
- ☐ B geluid-golven
- ☐ C infra-rood-stralen
- ☐ D radio-golven

78 Wat zijn infra-rood-stralen?
- ☐ A onzichtbare lichtstralen
- ☐ B warmte-stralen
- ☐ C radio-golven

Ultra-violet

In zonlicht zit nog een soort straling die je niet kunt zien. Dat is **ultra-violet-straling**. Een korte naam hiervoor is **uv-straling**. Ultra-violet-straling zit voorbij het violet (afbeelding 62). 'Ultra-violet' betekent 'voorbij het violet'.



▶ **afbeelding 62**
In het spectrum komt ultra-violet na het violet.



▲ **afbeelding 63**
Met uv-licht zie je verborgen tekens op een briefje van 20 euro.

Onze huid is gevoelig voor uv-straling in het zonlicht. Van uv-straling word je bruin. Je kunt ook verbranden van uv-straling. Daar moet je voor oppassen, want verbranden is ongezond. Van te veel uv-straling kun je huidkanker krijgen.

Het licht van een uv-lamp is violet (blauw-paars). In een winkel zie je wel eens een uv-lamp. Daarmee controleert de kassa-medewerker of het geld echt is. Met uv-licht zie je op het briefje van 20 euro letters en tekens die je met gewoon licht niet kunt zien (afbeelding 63). Als deze tekens aanwezig zijn, dan is het briefje echt. Zijn deze tekens niet aanwezig, dan is het briefje vals.

Opgaven

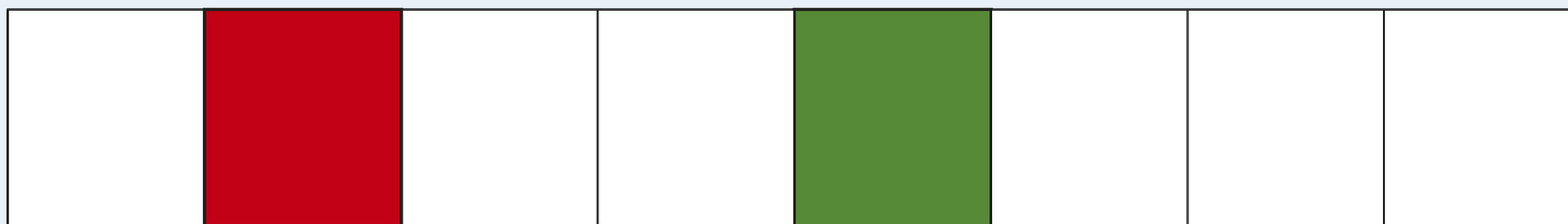
79 Ultra-violet-straling is onzichtbaar.

Welke zichtbare kleur lees je in de naam ultra-violet? __________

+80 Waarom kunnen mensen met een donkere huidskleur langer in de zon blijven?
- ☐ A Zij kunnen beter tegen infra-rood-straling.
- ☐ B Zij kunnen beter tegen ultra-violet-straling.
- ☐ C Zij kunnen beter tegen de warmte.
- ☐ D Zij kunnen beter tegen de kou.

81 Welke gevaarlijke ziekte kun je krijgen van uv-straling?
- ☐ A verkleuring van je huid
- ☐ B longontsteking
- ☐ C huidkanker
- ☐ D verkoudheid

+82 In afbeelding 64 zie je een gedeelte van het spectrum. In zes vakken moeten de kleuren komen van het zonlicht. Rood en groen zijn al in de juiste vakken gekleurd.
- Kleur de andere kleuren van het spectrum op de juiste plaats.
- Schrijf in het juiste vak: infra-rood.
- Schrijf ook in het juiste vak: ultra-violet.

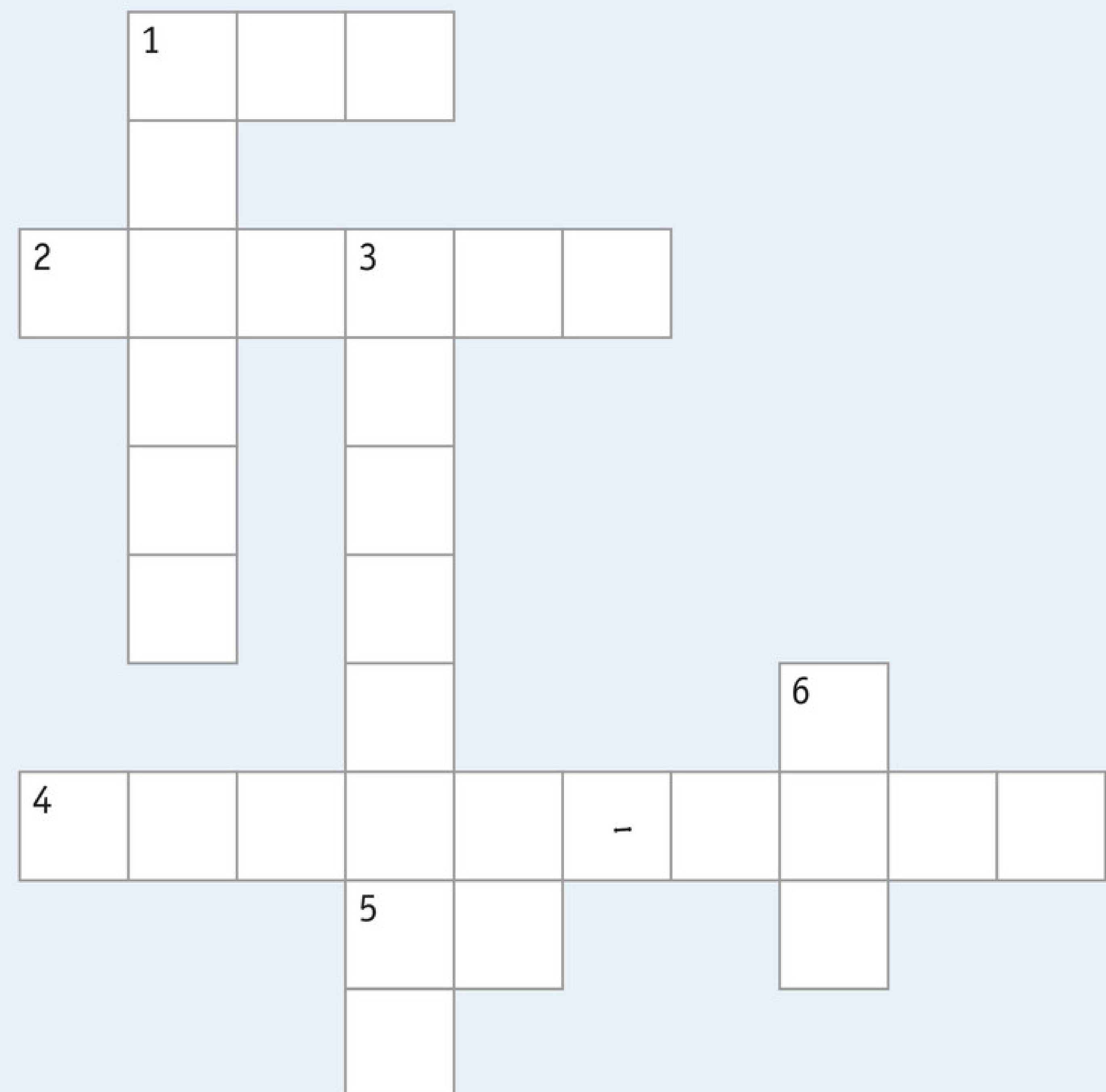


▲ **afbeelding 64**
Kleur dit spectrum met de juiste kleuren.

+83 Afbeelding 65 is een puzzel. Vul de puzzel in.

Horizontaal:
1 de kleur van zonlicht
2 glas met een mooie driehoekige vorm
4 vóór het rode licht
5 de afkorting van ultra-violet

Verticaal:
1 infra-rood-straling kun je voelen als ...
3 alle kleuren bij elkaar
6 zorgt samen met de regen voor een regenboog



▶ **afbeelding 65**
een puzzel

Röntgen-straling

Voorbij ultra-violet in het spectrum komt **röntgen-straling**. Deze straling is ontdekt door meneer Röntgen, een Duitse natuurkundige. Met röntgen-straling maken ze in het ziekenhuis een foto van je botten (afbeelding 66).

Van te veel röntgen-straling kun je kanker krijgen. Daarom dragen dokters in het ziekenhuis een schort van **lood** als ze een röntgen-foto maken (afbeelding 67). De röntgen-straling kan niet door het lood heen. Op deze manier is het lichaam beschermd tegen te veel straling.



▲ **afbeelding 66**
een röntgen-foto van een hand



▶ **afbeelding 67**
De dokter draagt een lood-schort bij de röntgen-foto.

Opgaven

84 Röntgen-straling komt in het spectrum WEL / NIET na het ultra-violet.

85 Röntgen-stralen gaan WEL / NIET door je huid.

86 Röntgen-stralen gaan WEL / NIET door je botten.

87 Welk metaal beschermt je tegen röntgen-straling? ________

88 Op het vliegveld worden alle koffers gecontroleerd. Dat wordt gedaan voor de veiligheid. Zo kunnen ze zien dat er geen wapens in de koffer zitten. De koffer hoeft dan niet open.
Welke straling wordt gebruikt om in de koffers te kijken?
- ☐ A lichtstralen
- ☐ B röntgen-stralen
- ☐ C ultra-violet-stralen
- ☐ D infra-rood-stralen

89 Voor welk soort foto's worden röntgen-stralen gebruikt?
- ☐ A voor panoramafoto's
- ☐ B voor pasfoto's
- ☐ C voor foto's van je botten
- ☐ D alleen voor foto's van een hand

Onthouden!

Infra-rood-straling is warmte-straling.
Infra-rood-straling ligt voor het rode licht in het spectrum.
Ultra-violet-straling of uv-straling ligt na het violet in het spectrum.
Van uv-licht word je bruin. Je kunt ook verbranden.
Röntgen-straling gaat niet door lood heen.

6 Test Jezelf

Waar / niet waar-vragen

	waar	niet waar
1 De zon is een natuurlijke lichtbron.		
2 Lichtstralen gaan altijd in een rechte lijn.		
3 Je kunt alleen dingen zien die zelf licht geven.		
4 Alle stoffen laten röntgen-stralen door.		
5 Het beeld van een bolle lens staat altijd rechtop.		
6 Wit licht bestaat uit één kleur.		
7 Een rode auto kaatst rood licht terug.		
8 Infra-rood kun je alleen overdag zien.		
9 Een afstands-bediening werkt op ultra-violet licht.		
10 Lichtgolven hebben een tussenstof nodig.		
11 Kunstmatige lichtbronnen zijn door mensen gemaakt.		
12 Een bolle lens is in het midden dikker dan aan de buitenkant.		
13 Schaduw is de plaats waar het licht van een lichtbron niet kan komen.		
14 Als er rood licht op een prisma valt, kleurt het in het prisma blauw.		
15 De afstand tussen beeld en voorwerp is de beeld-afstand.		
16 In een brandpunt komen de lichtstralen samen.		
17 Ultra-violet-straling kleurt je huid bruin.		
18 Lang in de zon zitten is goed voor je huid.		
19 Als je ooglenzen van dikte veranderen, accommoderen je ogen.		
20 Je staat voor een spiegel en zwaait met je rechter hand. Je spiegelbeeld lijkt te zwaaien met de linker hand.		

Meerkeuze-vragen

1 Wat is de grootste natuurlijke lichtbron?
- ☐ A de bliksem
- ☐ B de zon
- ☐ C de maan en de sterren
- ☐ D de verlichting van een voetbal-stadion

2 Sigrid is aan het lezen in een spannend boek. Plotseling hoort zij een klap en kijkt naar buiten. Zij ziet dat er ver weg een auto tegen een boom is gereden.
Wat gebeurt er met de ogen van Sigrid als zij van dichtbij naar veraf kijkt?
- ☐ A Haar pupillen worden groter.
- ☐ B Haar ogen veranderen van kleur.
- ☐ C Door het plotseling opkijken komen tranen in haar ogen.
- ☐ D Haar ooglenzen accommoderen.

3 Als overdag de zon schijnt, kun je je omgeving goed zien.
Waarom kun je overdag de omgeving goed zien?
- ☐ A Omdat overdag alle voorwerpen zelf licht geven.
- ☐ B Alle voorwerpen weerkaatsen het zonlicht.
- ☐ C Omdat de warmte van de zon je ogen bereikt.
- ☐ D De zon geeft overdag ook warmte.

4 Je kijkt in een gewone spiegel. Op je rechter wang zit een vervelend puistje.
Hoe ziet het puistje er in de spiegel uit?
- ☐ A Het puistje ziet er veel groter uit dan het in werkelijkheid is.
- ☐ B Het puistje is anders gekleurd dan het in werkelijkheid is.
- ☐ C Het puistje is veel kleiner dan het in werkelijkheid is.
- ☐ D Het puistje ziet er hetzelfde uit, maar bij het spiegelbeeld zit het op de linker wang.

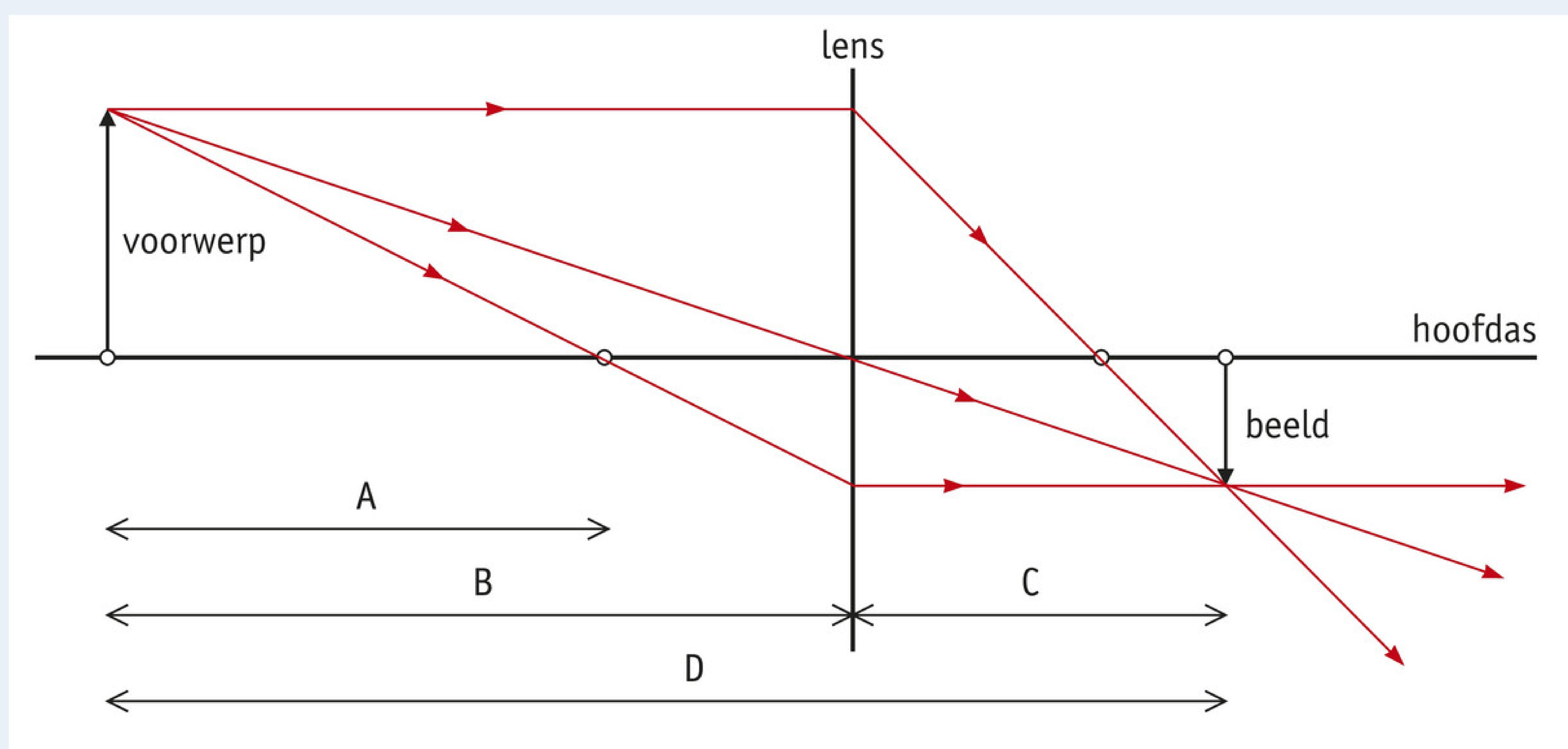
5 Een briefje van € 50 wordt onder een speciale lamp gehouden (afbeelding 68).
Wat voor straling geeft de lamp en waarom wordt dit gedaan?
- ☐ A Dit is een blauwe laserstraal om de sterren op het briefje te kunnen zien.
- ☐ B Met infra-rood-straling wordt het pas gemaakte briefje verwarmd om de inkt te drogen.
- ☐ C Met ultra-violet-straling wordt gecontroleerd of het briefje echt is.
- ☐ D Met röntgen-straling wordt de binnenkant van het briefje gecontroleerd.



▲ **afbeelding 68**
een briefje van € 50

6 Klaas heeft het beeld van een voorwerp door een bolle lens geconstrueerd (afbeelding 69). In de tekening staan vier maatlijnen: A, B, C en D.
Eén van de maatlijnen geeft de voorwerps-afstand aan.
Welke maatlijn geeft de voorwerps-afstand aan?

- ☐ A maatlijn A
- ☐ B maatlijn B
- ☐ C maatlijn C
- ☐ D maatlijn D



▲ **afbeelding 69**
de constructie van Klaas

7 Jup laat met een vergrootglas zonnestralen op een stuk papier vallen. Jup kan goed zien dat de lichtstralen naar één punt gebroken worden. Op dat punt gaat het papier branden.
Welke lichtstraal wordt door een vergrootglas niet gebroken?

- ☐ A de lichtstraal die precies door het midden van de lens loopt
- ☐ B de lichtstraal die van de rand van de lens naar de hoofdas loopt
- ☐ C de lichtstraal die langs de rand van de lens loopt
- ☐ D alle lichtstralen die evenwijdig aan de hoofdas lopen

8 Op het beeld van een tv zie je alle kleuren van het spectrum. Toch worden in een tv maar drie kleuren licht gebruikt.
Welke drie kleuren worden in een tv gebruikt?

- ☐ A wit, zwart en rood
- ☐ B rood, geel en oranje
- ☐ C rood, wit en blauw
- ☐ D rood, groen en violet

9 In een tuin staan rode rozen. Ze worden beschenen door de zon.
Hoe komt het dat je ziet dat de rozen rood zijn?

- ☐ A De rozen hebben eigenlijk een witte kleur, maar stralen rood licht uit.
- ☐ B Rozen zijn groen, maar worden rood als ze door de zon verlicht worden.
- ☐ C De rozen weerkaatsen alle kleuren behalve rood.
- ☐ D De rozen weerkaatsen alleen de rode kleur uit het spectrum van het zonlicht.

10 Kijk naar afbeelding 70. Tussen de lijnen 1 en 2 staat de letter R. Jelle zet op lijn 2 een spiegeltje (afbeelding 70). Hij zet de spiegel zó, dat hij de letter R in de spiegel ziet. Wat ziet Jelle in de spiegel?

- ☐ A de letter R zoals bij A
- ☐ B de letter R zoals bij B
- ☐ C de letter R zoals bij C
- ☐ D de letter R zoals bij D



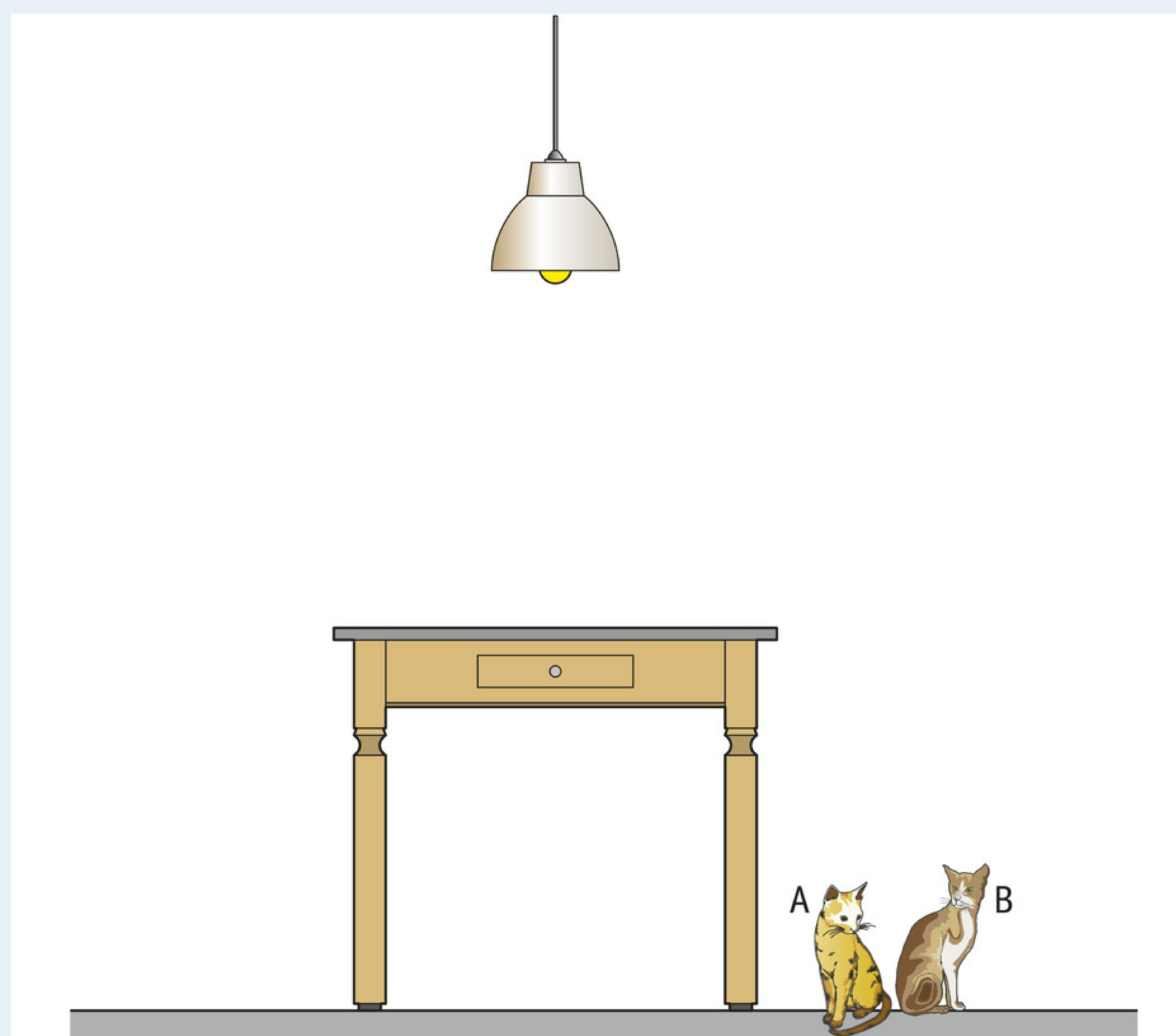
▲ **afbeelding 70**
de R in een spiegel

Open vragen

1 Het licht van een gloeilamp wordt gebroken door een prisma.
De lichtstralen uit het prisma vallen op een wit vlak.
Welke kleuren zie je op het witte vlak?

____

2 Twee poezen zitten bij een tafel (afbeelding 71). Boven de tafel hangt een lamp die licht geeft.
Teken met rood de randstralen van het licht van de lamp en de tafel. Teken de schaduw met een blauwe lijn op de grond.



▲ **afbeelding 71**
de schaduw van een tafel

Waarom kan poes A de lamp niet zien en poes B wel?

____

____

____

____

3 Jolanda staat op een podium. Ze heeft een witte jurk aan. Ze wordt beschenen door twee schijnwerpers. Eén schijnwerper straalt alleen rood licht uit, de andere schijnwerper straalt alleen groen licht uit.
Waarom lijkt de kleur van de jurk van Jolanda nu geel?

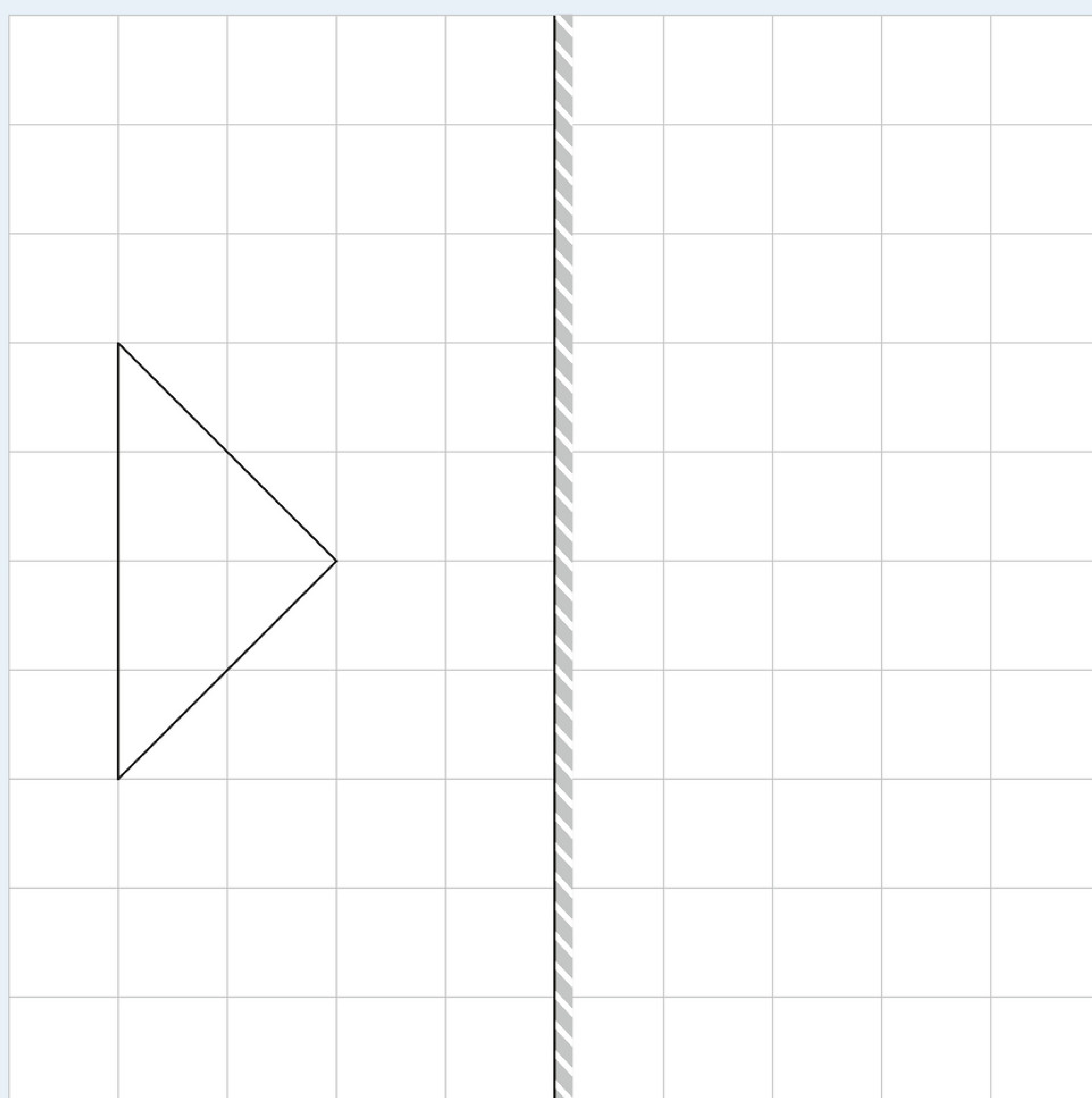
____

____

____

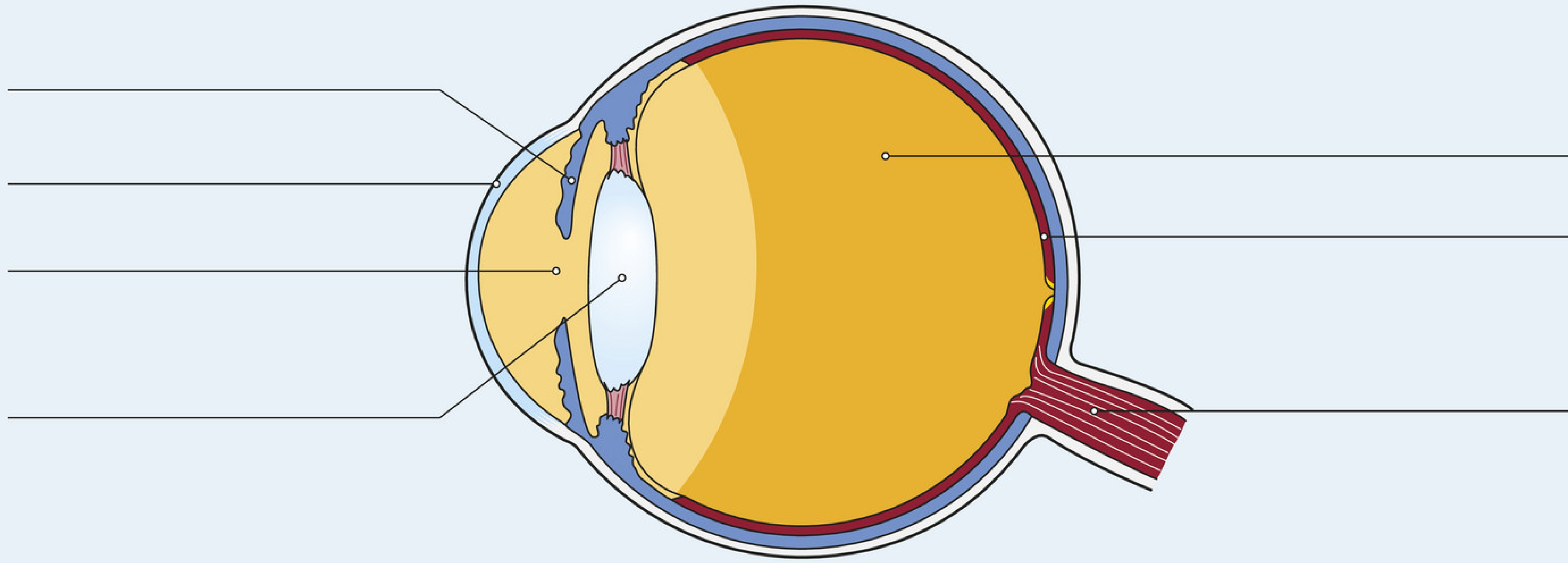
____

4 Een driehoek staat voor een spiegel (afbeelding 72).
Teken op de juiste manier het spiegelbeeld van de driehoek.
Gebruik een geo-driehoek, een potlood en indien nodig een gum.



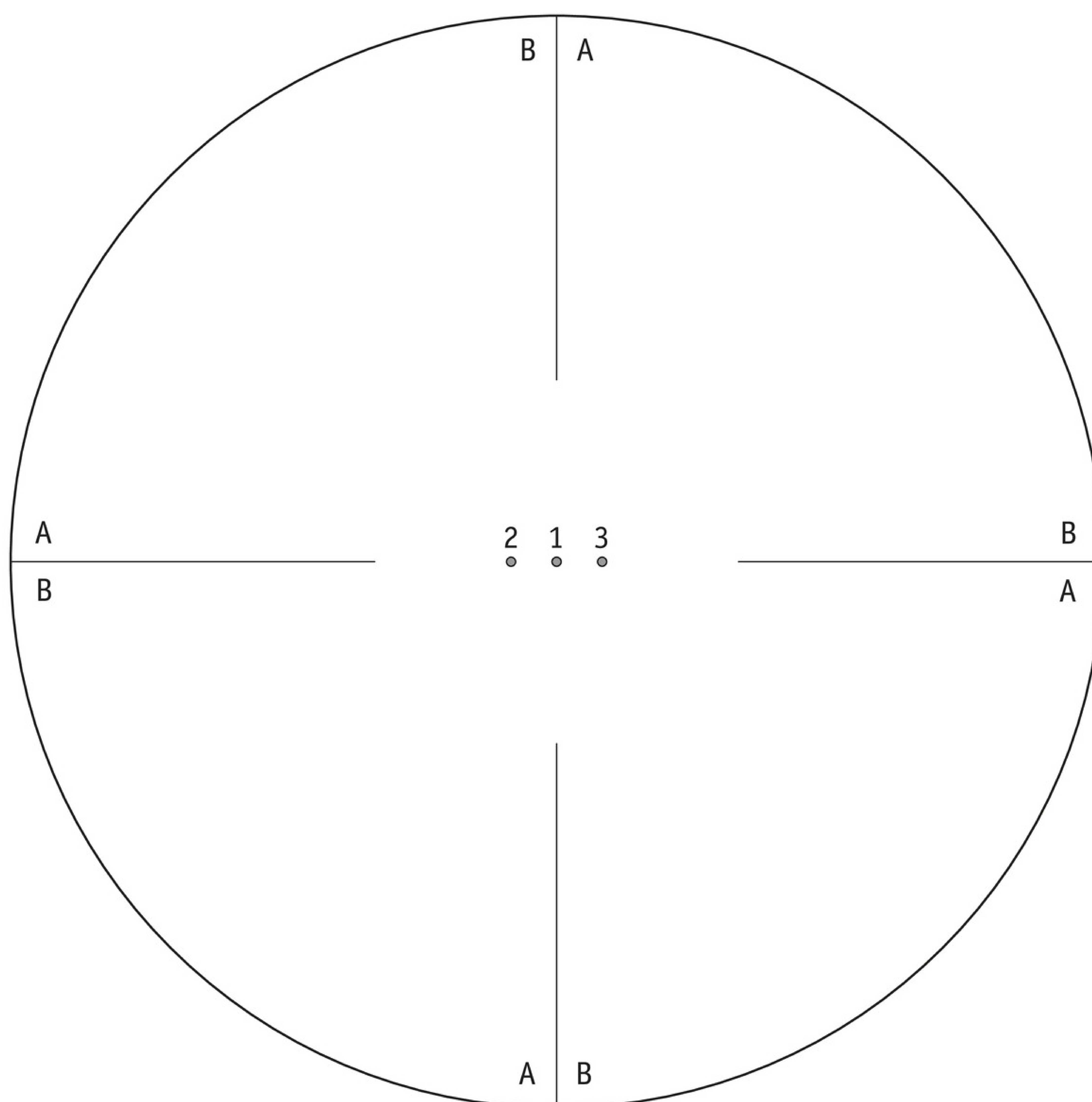
▲ **afbeelding 72**
een driehoek voor een spiegel

5 In afbeelding 73 zie je de binnenkant van een oog. Zeven lijnen wijzen naar een deel van het oog.
Schrijf op elke lijn de naam van dat deel van het oog.



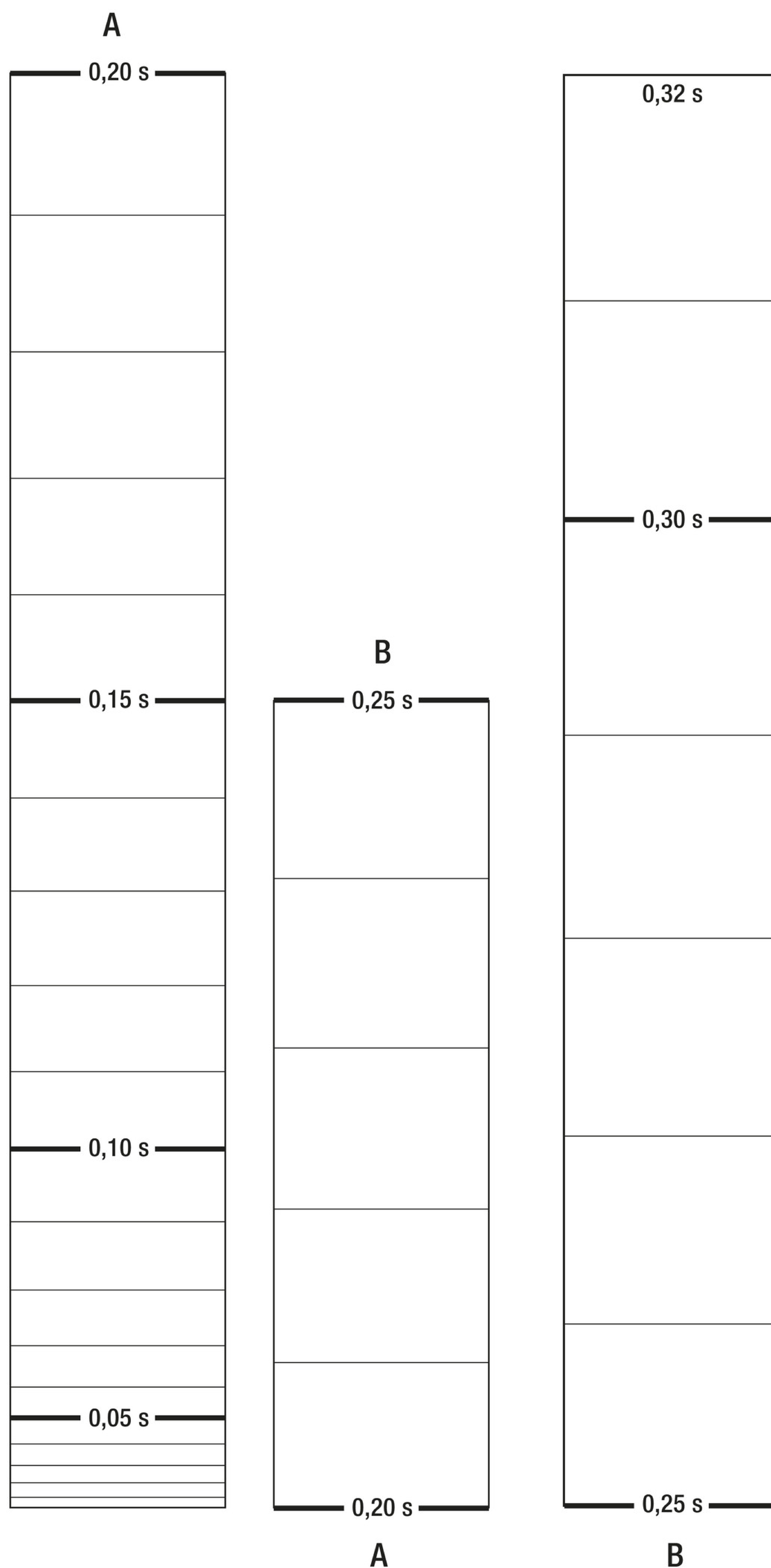
▲ **afbeelding 73**
zeven delen van een oog

Knipblad 1

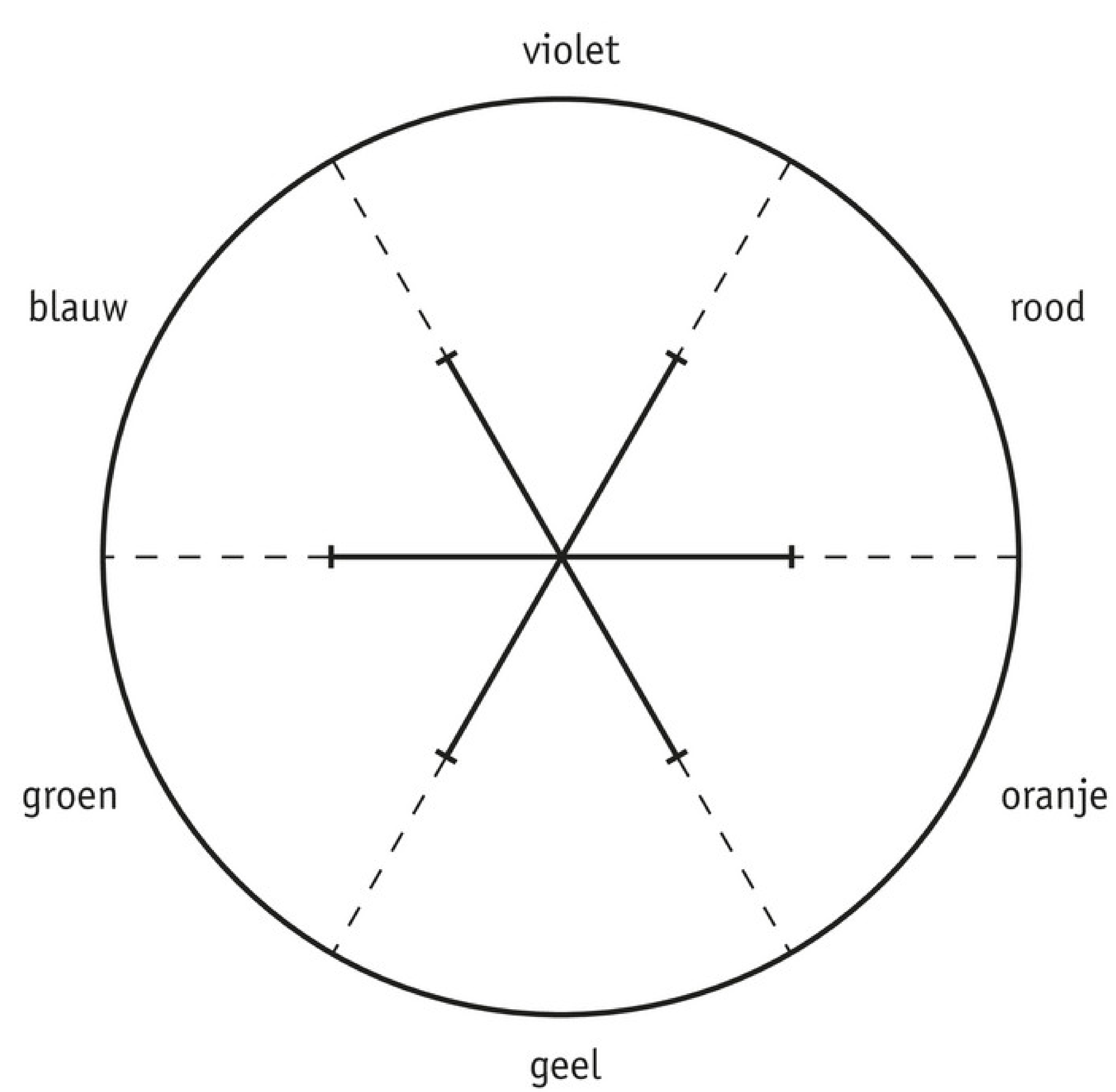


Knipblad 2

Strook om reactie-tijd te meten.
Knip de drie stroken uit.
Plak ze op een liniaal of een strook karton.
A moet tegen A komen en B tegen B.



Knipblad 3



Register

Colofon

Auteurs:
J. van Gemert
T. Jacobs
L. Pijnappels

Met medewerking van:
M. Hordijk

Redactie:
Fundamen*taal* communicatie | educatie, Culemborg

Illustraties:
DDCom, Veldhoven
Erik Eshuis, Groningen
Eric van der Heijden
Otto Vork, Den Bosch
Zanzara, Hopton-on-Sea (Groot-Brittanië)

Binnenwerk openingsbeelden:
Shutterstock, Hollandse Hoogte, Corbis Images.

Foto's:
AFP/ANP, Rijswijk; Bettmann/Corbis Netherlands BV, Naarden; Jonathan Blair/Corbis; Bram Budel/Hollandse Hoogte; Andy Butkaj; EPA/ANP, Rijswijk; Fotosearch.com; Galen Rowell/Corbis; Christel Gerstenberg/Corbis; Martin Harvey/Corbis; iStock International Inc., Calgary (Canada); Michael Kooren/Hollandse Hoogte; Lander, Kaatsheuvel; Frans Lemmens/Hollandse Hoogte; Olivier Maire/EPA/ANP, Rijswijk; Pim Rusch Fotografie, Leiden; Science Photo Library/ANP, Rijswijk; Shutterstock.com; Paul Soulders/Corbis; Techniekbeeldbank.nu; Vincon/Klein/Plainpicture/Corbis; Warren Faidley/Corbis

Ontwerp omslag:
Buro De Kuijper in samenwerking met Uitgeverij Malmberg

Foto omslag:
Shutterstock

Beeldverwerving:
Fundamen*taal* communicatie | educatie, Culemborg

Met dank aan:
Bonaventura College, Leiden
Eurofysica, Den Bosch

Ontwerp:
Uitgeverij Malmberg, Den Bosch

Opmaak:
Pointer grafische vormgeving

ISBN 978 90 345 8337 6
Vierde editie, zesde oplage

MALMBERG

AUTEURS:
J. van Gemert
T. Jacobs
L. Pijnappels

EINDREDACTIE:
J. van Gemert
T. Jacobs

MET MEDEWERKING VAN:
M. Hordijk

ISBN 978 90 345 8337 6



551480

MALMBERG